Environment Canada Environnement

DOE Library CIFC

National Hydrology Research Centre (Canada).
Annual report
Date: 1988/89

OOFF

3005175F
EXC 1

National Hydrology Research Centre

Annual Report 1988-1989

APR 27 1990

Environment Canada Environnement Canada

Canada

National Hydrology Research Institute
Inland Waters Directorate
Conservation and Protection
Environment Canada

© Minister of Supply and Services Canada 1990
ISSN No. 0843-5715

Printed in Canada on recycled and recyclable paper

Contents

91-05759/

National Hydrology Research Centre
Annual Report 1988 - 1989

Copies are available from:

Scientific Liaison and Systems Division
National Hydrology Research Institute
11 Innovation Boulevard
Saskatoon, Saskatchewan
Canada S7N 3H5

Disponible en français sur demande.

National Hydrology Research Institute
Director's Office 1
Hydrology 3
Ground Water 7
Aquatic Ecology 11
Scientific Information 13
Research Support 17
Staff Services 21

Water Quality Branch
Analytical Services 23

Atmospheric Environment Service
Hydrometeorological Research 25
Saskatchewan Inspection Office 31

Publications and Reports 33

Director's Office

STAFF

Dr T.M. Dick
P. Richard (Secretary)
Dr V. Klemeš
Dr A.D. Stanley

As with the 1987/88 Annual Report, the 1988/89 NHRC Annual Report consolidates reports from all the operational units housed in the National Hydrology Research Centre. These include the National Hydrology Research Institute, and the tenant groups: the Hydrometeorological Research Division (HRD), Canadian Climate Centre, a Water Quality Branch (Inland Waters Directorate) laboratory, and the Saskatchewan Inspection Office of the Atmospheric Environment Service. Their reports testify to the wide range of activities that are encompassed within the Centre.

The year had many highlights. One of the most significant --and timely-- was the Prairie Drought Workshop, a scientific meeting co-sponsored by NHRI, HRD, and Agriculture Canada to address the monitoring and prediction of drought events. The workshop, attended by about 90 researchers and water resource managers, was held in October 1988, just after the summer's drought, one of the driest on the prairies in thirty years.

Another major event was the completion and commissioning of the Facility for Indoor Aquifer Testing (FIAT), which will enhance NHRI's ability to study infiltration of water into the partially saturated layer. The FIAT is a 1.5-metre high tank which will allow ground-water researchers to study infiltration in a laboratory environment without the experimental distortions common to other laboratory methods.

Ground-water scientist Dr John Ribo joined NHRI this year, and began to develop another new tool for researchers. One of the problems long associated with organic chemical analysis has been the high cost of analysing samples that may not contain even traces of contaminants. Dr Ribo is applying an analysis system called MICROTOX which provides a rapid method for screening out nil samples. The system relies on the use of bioluminescent micro-organisms sensitive to organics. Initial testing results are encouraging.

Two other new scientists, Drs Marlene Evans and Richard Robarts bring considerable expertise in the ecology of lake systems to NHRI. They and post-doctoral fellow Michael Arts have initiated new studies on the eutrophication of Saskatchewan lakes, a research area that has been neglected in the past but has great importance for water resource management in the semi-arid prairies.

Another addition to NHRI's staff was Dr Alan Stanley as planning advisor. He provided substantial leadership in the Institute's efforts to develop long-range goals and strategies.

NHRI's efforts in external communications were bolstered this year by the creation of the Scientific Information Division, under the leadership of Simon Ommanney. This new division consolidates NHRI's external information programmes, including publishing, graphics, and library services. Its efforts in external communications, and those of the Centre as a whole, were strengthened by the creation of a new Communications Officer position in Saskatoon by the department's Communications Directorate.

The Scientific Information Division is also responsible for national and international workshops and symposia, an area in which NHRI is becoming more involved. Meetings serve a vital role in advancing science and the applications of science by providing a direct outlet for the dissemination of knowledge. NHRI will hold three major meetings in the coming fiscal year, on Ground-Water Contamination, the Mackenzie Delta, and the Applications of Remote

Sensing in Hydrology. Two more major meetings scheduled for summer 1990 are already being planned: a Symposium on Northern Hydrology and a Symposium on Aquatic Ecosystems in Semi-Arid Regions.

A major new administrative initiative at NHRC has been the introduction of a paper recycling programme. If the environment is to regain its health and vitality, everyone must do his or her part to conserve resources, and Environment Canada should take a leading role as an example. NHRC's paper recycling programme provides a local non-profit agency with waste paper of all sorts -- scratch paper, bond, newsprint, and computer paper -- which they sort and sell to paper brokers for re-use.

Canadians are attaching a great deal of importance to environmental problems today. That concern in turn strengthens the resolve of NHRC to provide the expertise Canada needs to solve environmental problems.

SENIOR SCIENTIST

Dr Vít Klemeš as Senior Scientist placed his main emphasis this year on alerting the international hydrological community to hydrological problems arising from the rapidly increasing intensity and volume of man's interference with nature.

The main issues facing hydrologists in this time of environmental upheaval are the problems of unstationarity of hydrological records, nonlinearity of hydrological responses, the hydrology of large-scale continental and global systems, the changing relationship between hydrology and water resource management, the need to place stronger emphasis on geophysical, biophysical and ecological processes within hydrology and the need for changes in hydrological education to meet these new problems.

As the President of the International Association of Hydrological Sciences (IAHS), Dr Klemeš brought these problems to the attention of hydrologists by an extensive programme of lectures through Japan, China, Czechoslovakia, Spain, U.S.A., and Canada, keynote addresses at internal symposia, initiating relevant new actions through IAHS and through a workshop on Geophysical Time Series and Climate Change that he convened.

His research concentrated on non-linear problems in the hydrological response of large basins, in particular on the identification of nonlinearity from standard hydrological data.

Hydrology Division

One of the most important challenges facing Canada is its response to climatic change. There is a general concensus that the world is getting warmer: levels of radiatively-active gases such as carbon dioxide, CFCs, methane, and others are building up in the earth's atmosphere, trapping heat. Some scientists have predicted that average temperatures in the Northern Hemisphere will rise between 3 and 5 degrees Celsius during the next fifty years.

Changes of this magnitude and rapidity will have far-reaching effects on the hydrological cycle in Canada. There will be major new stresses on water availability, quality and supply. Patterns of precipitation, evaporation, and run-off are likely to change.

The Hydrology Division works to better understand the processes that will be most affected by climatic change. Many aspects of the hydrological cycle are poorly known and require investigating so we can anticipate the changes the warming might bring.

The Division covers a broad range of hydrological issues, including aspects of prairie, mountain, and northern waters. Studies in prairie hydrology deal largely with snow management, remote sensing of the snowpack, the effects of irrigation on hydrological systems, and evaporation. All are of great concern on the prairies, where rapid spring run-off and semi-arid conditions make water a scarce and precious resource.

Studies in mountain hydrology include glaciological studies that shed light on the solid phase of the water cycle and its response to climatic change. Investigations in the Coast Mountains and Rockies document changes in the amount of water held in the glacier reservoirs. Analysis of atmospheric gas trapped in glacier ice layers reveals historical climatic fluctuations dating back 300 years or more.

The fragile ecosystem of northern Canada will be seriously affected both by climatic change and economic development. Northern conditions are sufficiently different that existing, southern-based models cannot be applied there. NHRI hydrologists are investigating a variety of processes, such as river-ice break-up and ice jamming in the Liard and Mackenzie Rivers and the Delta lakes. Backwater flooding from ice jams frequently inundates Fort Simpson, N.W.T., and other northern communities. The hydroiogy and lakes regimes of the Mackenzie Delta are seriously affected by fluctuations in river levels. The Division is planning a major symposium in July, 1990 on northern hydrology to chart future research directions.

MICROWAVE REMOTE SENSING

Remote sensing techniques are applied to the prairie snow cover and used to detect the influence of snow structure on the absorption and reflection characteristics of electromagnetic signals. We can now compute the dielectric constants of a variety of natural and artificial snow samples with a wide range of independent variables following the successful calibration of capacitive cells for measuring water in snow. Our modified microwave model simulates emission from up to three layers and from five different surfaces of land, water, ice, and snow.

By incorporating snow cover duration in the algorithm for snowpack water equivalent we have developed a method to account for snow structure. This could improve the accuracy of snowpack measurement. We have also shown that spring run-off can be estimated from Nimbus 5 satellite microwave observations for mountains, foothills, plateaux, and plains areas in

STAFF

Dr W. Nicholaichuk
Dr T.D. Prowse
S.C. Bigras
Dr H.A.M. Chew
M.N. Demuth
S. Fogarasi
Dr G. Holdsworth
Dr B.C. Kenney
Dr P. Marsh
K.D. Morin (Secretary)
O. Mokievsky-Zubok
Dr R.I. Perla
Dr A.C. Wankiewicz

western Canada. The forecast accuracy rivals the conventional snow-course method using ground observations.

IRRIGATION RETURN FLOW

Most of the herbicide loss (MCPA, DICAMBA, and DICLOFOP and 2,4-D) from a typical farm field irrigated by the corrugation method, occurs during the flush of drainage water. The magnitude of the concentrations were considered to be below the LC50 limits of 10 g/L for aquatic invertebrates (USEPA 1983). In terms of the amounts applied, they were all less than 1% which is comparable to amounts observed in spring run-off from agricultural fields. The amount of nutrients lost was also low and comparable to observed 'catastrophic' rainfall run-off events from dryland agricultural fields. These observations came from a three-year study (funded under the Canada Saskatchewan Agricultural Development Agreement) to determine herbicide, nutrient and water losses.

SNOW MANAGEMENT AND SNOWMELT INFILTRATION

Compared to undisturbed, non-fractured soils, snowmelt infiltration into subsoiled and naturally-cracked soils is two to three times more in snow water equivalent. These findings and the model analysis suggest that a depth of penetration of 500 mm and a line spacing of between 0.9 and 1.3 m would allow efficient meltwater augmentation from stubble snow management practices.

PROXY CLIMATE DATA FROM ICE CORES

Analysis of data from the 103-m Mount Logan ice core is still in progress. Principal results include the discovery that, during the era of atmospheric nuclear weapons testing, nitrate levels in the snow were modulated by the nuclear detonations. Other nitrate peaks are associated with volcanic events and forest fire smoke. Background levels remain unchanged over the last 300 years indicating no anthropogenic nitrate pollution at mid-tropospheric levels in the Yukon. The same holds true for sulphate where volcanic events are primarily responsible for the elevated levels.

A snow accumulation time series was derived for the site and it shows that precipitation is modulated by ENSO (El Niño - Southern Oscillation) events, the solar cycle and some processes at lower frequencies. A significant finding is that teleconnections exist between this time series and other regions such as Japan.

GLACIOLOGICAL INVESTIGATIONS

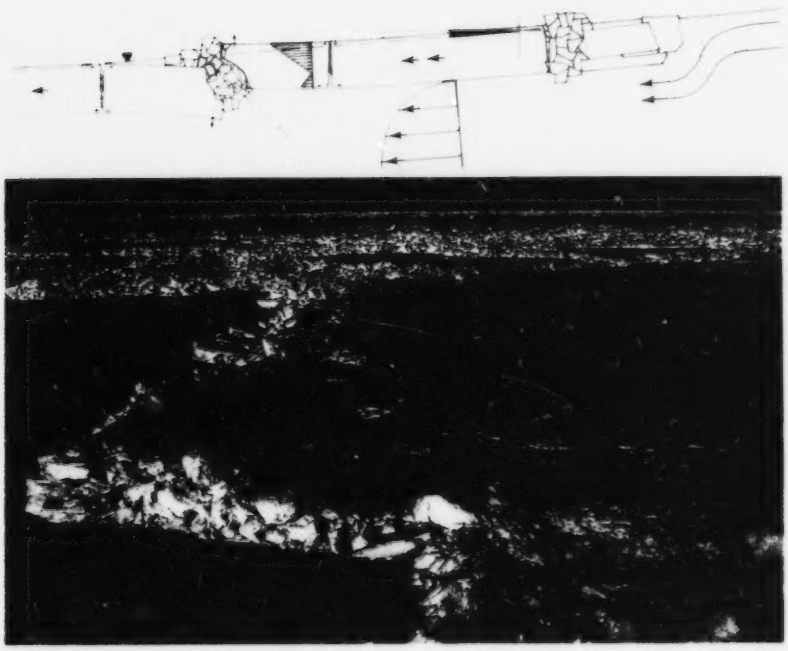
Winter- and summer-mass balance data were collected for Sentinel, Helm, and Place Glaciers. The mass-balance network was re-established on the Tiedemann and Bench Glaciers in the Homathko River basin, in collaboration with BC Hydro, and winter balance measurements were made in the second

Subsoiling to improve meltwater infiltration.

half of May. For the 1988 balance year, the specific mass change in water equivalent for the three glaciers was as follows: Sentinel Glacier +0.45 m; Place Glacier -0.97 m; and, Helm Glacier -0.15 m. Once again the former was withdrawing water from the basin while the other two glaciers were contributing additional water from storage.

INTERACTIONS IN STREAM FLOW

A study on the impact of various flow regimes on the growth rates and biological feedback in algae growth was designed for the experimental trough facility at Chase, B.C. Large (order of magnitude) differences were noted in the accumulated algal biomass for different flow regimes. These biomass differences appear to be due solely to differences in the physical flow regimes.



River ice break-up front, Mackenzie River, N.W.T.

SNOWMELT RUN-OFF IN PERMAFROST BASINS

Research was carried out on snowmelt run-off processes in both the MacKenzie Delta area and the High Arctic Islands. The work has been primarily concerned with water movement through the snow cover, meltwater infiltration into frozen soils, and the fluxes of solutes through the snow. In the MacKenzie Delta, frozen soil was found to have a large infiltration capacity so that snowmelt run-off was nearly zero. This is unusual for a permafrost environment and has important implications for the hydrology of Delta lakes. Results also show the significance of infiltration in limiting snowmelt run-off in certain circumstances, and the role played by refreezing in releasing solutes from the snowpack. This is important in understanding how pollutants are released from the snow cover.

RIVER ICE BREAK-UP ADVANCE

During melt periods, river ice can experience significant changes in strength that partly determine the severity of break-up conditions. Because of the weakness of ice during this period, *in situ* strength tests are mandatory, but relatively scarce. Strength, as measured by ultimate platen pressure, decreased by approximately 50% at a rate of 0.4 MPa/d or 0.07 - 0.08 MPa/MJ $m^{-2}d^{-1}$. The magnitude and relative importance of atmospheric (air-ice) and hydrothermal (water-ice) heat fluxes to intact and fragmented river ice covers were studied for a thermal break-up. For the Liard River, the atmospheric sources were dominant during the period of intact ice cover. Radiation was the primary heat source, but its effect was reduced by a granulation of the decaying columnar ice that increased its albedo to that of melting snow. The hydrothermal heat input, even with frazil ice entrained within the flow, was comparable to that from atmospheric sources under low melt conditions. The hydrothermal heat flux dramatically increased with the arrival of the break-up front because of a rapid rise in water

temperature and an increase in subsurface ice roughness. Higher surface roughness and lower albedo of the fragmented ice also increased the atmospheric heat fluxes, but these were small relative to the hydrothermal heat input near the leading edge of open water.

MACKENZIE DELTA HYDROLOGY

The hydrological regime of lakes in the Mackenzie Delta is controlled primarily by lake sill elevations and water levels in the Mackenzie River distributary channels. Fluctuations in regime have important effects on the water, sediment, and nutrient balance of the Delta lakes, and hence on their biological regime. Variations in the hydrological regime of the Mackenzie River could occur due to hydro-electric power development, climate change or rising sea level.

Evaporation is an important component of the water balance of Mackenzie Delta lakes. A five-year microclimatological study has shown that lake evaporation ranges from 200 to 387 mm per summer. It was always greater than summer precipitation and in some cases exceeded annual precipitation. Measurements varied from lake to lake, but differed considerably from standard maps of evaporation for northern Canada.

Since Delta lakes receive little run-off from surrounding basins, lakes which are not flooded by the Mackenzie River experience decreasing water levels. If flooding events are less frequent, the lakes will completely dry up. This has very important implications for the hydrology of lakes in the Mackenzie Delta should the river be regulated.

Aerial view of the Mackenzie Delta lakes, N.W.T.

Ground Water Division

STAFF

J.A. Gilliland
Dr L.M. Johnston
G.D. Grove
H.D. Craig
C.A. Fabbro (Secretary)
Dr Y.T.J. Kwong
D. McNaughton
Dr J. Ribo
Dr K.J.D. Ridley
A. Vandenberg

Chemical pollutants are a major environmental concern, but their full extent and nature are not well understood, particularly on the prairies where the contamination of water resources may have serious consequences. NHRI scientists are studying the pathways of contaminants, their decay products and processes. For sustained use of water resources, we must understand the environmental relationships so that we can mitigate the effects of pollutants.

PESTICIDES IN GROUND WATER

NHRI has established several field sites across western Canada where natural conditions and known pesticide usage combine to give the highest chance of "worst-case" ground-water contamination. These sites are at Abbotsford and Osoyoos (B.C.), Taber (Alberta), and Nokomis and Outlook (Saskatchewan). Preliminary results indicate that there is no evidence for the existence of a generic pesticide/ground-water problem in the prairies, where precipitation is low, but good evidence that there may be a problem in the more moist climatic conditions of B.C. Irrigation practices do not appear to affect the incidence of contamination. However, practically nothing is known about what is happening to pesticides between the bottom of the root zone and the water table. Possible processes include adsorption and decay into other compounds by chemical and microbiological action. The relative effects of these processes will be investigated in the future.

The CWS geographic information system (SPANS) was used to produce a series of maps and a report showing the relative vulnerability of an area of southwestern Manitoba and southeastern Saskatchewan to ground-water contamination by pesticides. SPANS methodology appears to be viable and economically feasible for regional assessments of ground-water contamination by pesticides.

ORGANIC CONTAMINANTS IN GROUND WATER

NHRI took a major step this year towards overcoming the high cost of obtaining reliable, reproducible analyses of contaminants of concern (and their potential breakdown products) at very low concentration levels, by aquiring MICROTOX equipment. The MICROTOX technique is based on the response of a sensitive, bioluminescent micro-organism to low levels of chemical contamination and could be used as a low-cost, fast-screening tool. It may enable us to screen out samples with zero or insignificant levels of contamination and to reduce, by a factor of up to 10, the number of samples which require costly, and often unreliable, traditional chemical analyses by GC/MS or equivalent techniques.

An intensive programme was started to assess the capability of the MICROTOX equipment against hundreds of different chemicals, both singly and in combination. This will continue in 1989/90 using ground-water samples from field sites across the country. Conventional Gas Chromatograph and HPLC (High Performance Liquid Chromatograph) apparatus was also acquired and is being used to identify known contaminants.

ACID MINE DRAINAGE

Initial investigations at the Mount Washington Mine (British Columbia) led to new insights into the relationship of acid generation and its effects on and by the mineral assemblages present in the tailings. This offers exciting prospects for the control of acid genera-

tion at Mount Washington and elsewhere. The new scanning electron microscope (SEM) and X-ray diffractometer (XRD) facilities at NHRI proved to be invaluable tools for this study.

PERMAFROST

Because the permafrost regions of Canada could be strongly affected by long-term changes in climate, they may be one of the more sensitive indicators of climatic change. Field investigations were confined to the discontinuous permafrost zone in the High Level area of Alberta, where the impact is expected to be severe.

Initial results seem to confirm a long-term warming trend in the discontinuous permafrost zone. Soil temperature surveys along the main north-south highway in Alberta showed consistently higher temperatures than those measured by the Geological Survey twenty years earlier. It appears that the isotherms (and hence the boundary of discontinuous permafrost) may have moved northward as much as 100 km since then. If confirmed, the permafrost/soil temperature could be used as a sensitive indicator of changes in climate.

FACILITY FOR INDOOR AQUIFER TESTING (FIAT)

This apparatus is a large experimental tank capable of fine control of water inputs and outputs and is fitted with numerous water and soil sampling ports. It was conceived as a general purpose test facility for hydrogeological and hydrogeochemical investigations on a variety of aquifer materials under highly controlled conditions. Because of its size (4.6 m high, 2.44 m in diameter), it avoids most of the edge effects and sampling disturbance problems associated with smaller experimental columns. During 1988/89 the FIAT was officially commissioned and loaded with local sand to act as the aquifer. Preliminary testing established that all significant design and operating criteria had been met successfully.

However, the preliminary tests showed that the concentration of dissolved sulphate varied considerably through the depth of the tank and that the water in the base of the tank had become anoxic. It is believed that these unexpected effects arise from microbiological action, presumably by sulphur-reducing bacteria present in the aquifer material used. The nature of the (inferred) microbiological processes in the FIAT will be investigated next year.

The first experiments conducted in the FIAT were to assess the effects of the disposal of atmospheric fluidized bed combustion (AFBC) wastes on groundwater. AFBC wastes are unusual in that they are highly exothermic on hydration (they contain a high percentage of quick-lime). There was some concern that it would be difficult to load the FIAT safely, but a series of progressively larger-scale tests provided the information required to load the AFBC wastes successfully.

DEEP-WELL DISPOSAL

Continuous, bottom-hole, pressure data from the disposal well at the Swan Hills Special Waste Facility were used to test the Alberta Research Council model. The model provided reasonable predictions of the effects of wastewater injection but demonstrated that an adequate data base on the hydrogeological parameters of a site must exist and adequate monitoring data must be available to calibrate the model prior to using it predictively. Future plans are to improve the quality of the monitoring data so as to be able to predict more confidently the effects of deep-well disposal in the oil sands/heavy oil areas of Alberta.

LONG-RANGE TRANSPORT OF AIRBORNE POLLUTANTS

Significant progress was made in clarifying the mechanisms that decrease the effect of acid precipitation on the groundwater system. Whereas previous studies concentrated on the water phase, the past year involved analysis

of drill-core material, using the Institute SEM and the newly-acquired XRD. Ground-water chemistry in the shallow zone is largely determined by precipitation chemistry. Short-term pH depressions occur in response to acid loading events. While the pH decreases, the concentration of K^+ increases. This is thought to result from more weathering of alumino-silicates, especially K-feldspar, during major precipitation events. It appears that the trace carbonates present in the shallow subsurface are insufficient to offset the acid loading events.

Collecting soil samples

LANDFILL STUDIES

This study examines the transport of contaminants in the vicinity of selected landfills in western Canada with emphasis on the special geological and other conditions characteristic of the West. A preliminary drilling programme started at the City of Regina landfill in January, 1989. A complementary drilling programme was completed at the Saskatoon landfill. Piezometers, suction lysimeters, and two larger diameter wells were installed and soil samples collected. Analysis of the samples is continuing.

Specialized, double-ring permeameters to determine the hydraulic conductivity of engineered soils using leachate and water under different hydraulic gradients were designed and constructed at NHRI. The concept for a second generation of permeameters which would permit the confining system to incrementally increase the confining stress on the barrier material has been evaluated. Biological reactor/permeameters used to study biomass accumulation in sand cushions were designed and constructed.

Aquatic Ecology Division

The Aquatic Ecology Division is primarily concerned with the effects of various types of environmental changes, such as nutrient levels, contamination, and climatic variability, on aquatic ecosystems. During the past year, activities within the division expanded with the addition of Drs Marlene Evans and Richard Robarts; future activities will include expanded studies of the trophic levels of lake systems.

LIMNOLOGICAL SURVEY

A limnological survey of 17 lakes ranging from freshwater to hypersaline was conducted during the Fall of 1988. The study will serve as the basis for a new research programme in prairie limnology. Physical and chemical parameters investigated were: temperature, oxygen, turbidity, chlorophyll and phaeophytin, total particulate carbon, nitrogen, phosphorus, dissolved phosphorus, orthophosphate, and nitrate/nitrite. Biological collections were: benthos, periphyton (algae), and zooplankton. Zooplankton samples have been scanned for species composition and abundance and will be re-examined for more detailed quantitative counts. Benthic samples were examined at a limited number of stations. Periphyton samples were sent to the Center for Great Lakes and Aquatic Sciences, Ann Arbor, Michigan, for taxonomic examination. Sediment cores were collected in Deadmoose, Waldsea, and Redberry Lakes. These cores will be sectioned and examined for fossil zooplankton, benthos, and algal remains.

Two lakes will be subject to a detailed limnological study in the fiscal year 1989/90. They are Humboldt, a weakly-saline, hypereutrophic lake, and Redberry Lake, a saline, low-productivity lake. Two other lakes, Lenore (weakly-saline and moderately productive) and Basin Lake (saline and moderately productive) will be studied on a less frequent basis. The factors affecting water quality, productivity, and energetic reserves in zooplankton in these lakes will be investigated. Redberry and Humboldt Lakes have been sampled during two winter limnological surveys while Basin and Lenore Lakes have been sampled once.

RIVER NUTRIENT STUDIES

Recent research at the NHRI Experimental Troughs Research Apparatus at Chase, B.C., has shown that algal growth in rivers is a function of phosphorus concentrations but only up to quite low levels of phosphorus enrichment. Above these levels, there is no longer any appreciable effect. This finding has major implications both for the establishment of water quality objectives for Canadian rivers and for the regulation of nutrient pollutants.

The study of nutrient impacts on the Thompson River will be in two distinct parts. The first, of 2-3 years duration, will study the river as it is now to determine the extent of downstream declines in phosphorus and the effects of these changes on algae production. The second part of the study, along the whole river, will proceed upon completion of the first part. The construction of the control research site in North Kamloops and modifications to the laboratory building are completed. Construction of the prototype facility for the lower Thompson is progressing.

STAFF

Dr M.L. Bothwell
Dr M.S. Evans
Dr T.A. Jackson
R.A. Kirkland
Dr R.D. Robarts
C. A. Fabbro (Secretary)
Dr W.F. Warwick

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN PLANKTONS AND SEDIMENTS AND BIOGEOCHEMISTRY OF HEAVY METALS

Samples of sediment and plankton have been collected from eight lakes near Flin Flon, Manitoba and prepared for study. Sediments were analysed for total mercury, methyl mercury, and sulphide, and the plankton for copper, cadmium and zinc. The chemical analysis of individual planktonic organisms and the water is complete, and the results will be interpreted in the coming year. The studies will determine the distribution of some heavy metals, assess their effects on microbial activities and investigate the different geochemical processes and environmental factors influencing the methylation and demethylation of mercury.

TOXIC CHEMICAL EFFECTS ON FRESHWATER ECOSYSTEMS

More emphasis is now being placed on realistic acute and chronic bioassay techniques to assess the effects of increasingly complex chemical burdens. The study of morphological deformities in midge larvae (Diptera:Chironomidae) is one of the techniques under development for assessing long-term chronic effects of contaminants. Operational techniques for assessing deformities in *Chironomus* and *Procladius* larvae are currently well-advanced.

Experimental Troughs Facility, Chase, B.C.

Scientific Information Division

STAFF

C.S.L. Ommanney
P.K. Gregory
B.J. Doell
L.E. Watson
D. McKnight
P. Trischuk (Secretary)

T. Ashfield
(Communications Branch)

In April 1988, the Scientific Information Division was established to provide more effective communication of the National Hydrology Research Institute's and Centre's research programmes to other scientists, to officials, and to the public, through publications, conferences, displays, and the media, etc. It also brought together the library, the snow and ice information system and the graphics section. Highlights of the past year include the publication of the 1987-1988 NHRC Annual Report of which 1250 English and 250 French copies have been widely distributed, and the publication of NHRC Notes, a comprehensive quarterly newsletter with a distribution of more than 2000 worldwide.

An important event was the arrival of Trevor Ashfield, the departmental communications officer, who has contributed significantly to the developing NHRI communications programme.

REPORTS AND PUBLICATIONS

Much of the first year was spent compiling and verifying lists of reports, and developing mailing lists for distributing information about them and our symposia and workshops. Fifty-nine reports were listed for 1987 and 93 for 1988. With the assistance of the Secretary of State, abstracts now exist for all of them in both official languages. These form the NHRI Contribution Series. In addition, there is a Contract Report Series which numbers four for 1988, a Symposium Series with its one volume being the Proceedings of the Symposium on the Interbasin Transfer of Water, and an Internal Progress Report Series which is not for general distribution. The latter series had four reports in 1987 and 10 in 1988. One other set of reports is known as NHRI Papers. These are published with the assistance of the Editorial and Publications Division of the Inland Waters Directorate in Ottawa.

For all such reports, the Scientific Information Division provides assistance ranging from the assigning of contribution numbers to substantial involvement in the editing and production of the papers themselves. A full list of the 1988 contributions can be found at the end of this annual report and includes references for 1987 omitted from the previous report.

Another series, still being developed, is that for Science Reports. This will include material of broad and general interest, often a synthesis of existing knowledge, that tends not to be covered in normal scientific literature. Work has begun on the first of these reports, a review of research on northern hydrology, that will contain contributed chapters on the hydrology of floating ice, glaciers, snow, permafrost, groundwater, regional energy and water balances and on water quality and management. By the end of the fiscal year about half the chapters had been received and editing had commenced. The second Science report, the Manual on River Ice, produced by the NRCC Subcommittee on River Ice, is also in progress.

Other work of the division included the preparation of reports on the science activities of NHRI for the Canadian Association of Geographers, the International Glaciological Society, the Canadian Geophysical Bulletin, and the Canada Water Act Annual Report, preparation of general and specific reports on the science programmes of the Institute, as well as quarterly progress reports and last year's annual report.

A report preparation and distribution room was constructed for the division and is functioning well.

Increasing information requests kept the section extremely busy. There were almost 500 in the past year, from private industry, all levels of government, both within Canada and internationally.

Mail lists have been expanding steadily and by December 1989 a data base of at least 5,000 names will be in place from which compilations can be made for mailing the NHRC Notes, the Annual Report, conference, workshop and initial registration information.

NHRC NEWSLETTER

A major initiative this year was NHRC Notes, the Centre's newsletter. Each issue discusses some aspect of work at the Centre, progress on individual projects, staff news, and provides a current list of recent publications. One double and two single issues were prepared for 1988 and distributed to about 1,500 hydrologists in Canada and elsewhere. The response was universally positive. The feature articles to date have included an outline of the Centre and its programmes, followed by reports on research dealing with climate change and sustainable development. Unexpected demand forced the print run to be increased from 2,000 to 2,500.

CONFERENCES

The division provided assistance to NHRC staff in the planning and execution of the Prairie Drought Workshop and the Workshop on Geophysical Time Series and Climate Change, which were held at the Centre in October. Following an inadequate response to the first circular for the Rawson Conference on the Aquatic Environment, that would have been held in Saskatoon in August 1989, a new conference on Aquatic Ecosystems in Semi-Arid Regions was planned for August 1990 and information was prepared. Design work was completed and circulars for the Symposium on Ground-Water Contamination were distributed to about 2,000 people. This meeting will take place in Saskatoon in June 1989 in conjunction with a Workshop on Pesticide Contamination of Canadian Ground Waters. Draft designs and brochure text were also prepared for the Mackenzie Delta Workshop, the Symposium on Northern Hydrology and the Workshop on Remote Sensing in Hydrology. Accommodation and banquet facility bookings for some of these meetings have also been handled by the Scientific Information Division.

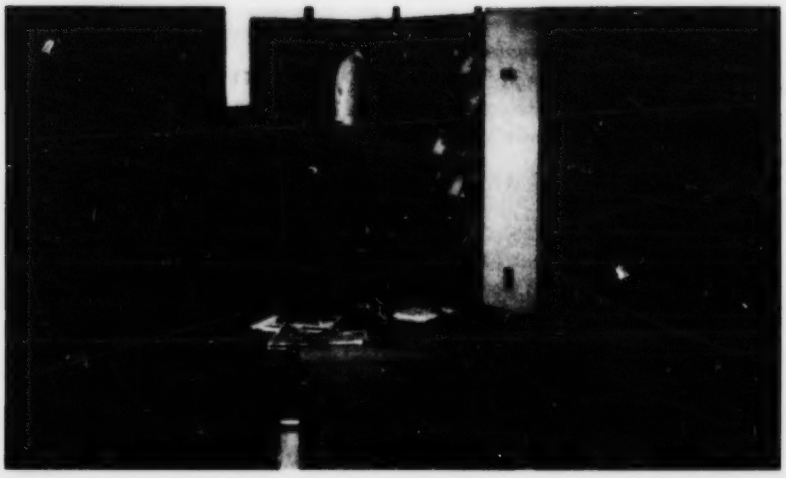
SNOW AND ICE INFORMATION

A number of special reports were produced during the year: a listing of recent Canadian glacier references for the Subcommittee on Glaciers; a report on the state of Canada's snow and ice resources, prepared for the IWD State-of-Environment report; and, a special, limited edition of the Glacier Atlas of Canada for distribution to a small number of national and international reference libraries.

The collection of snow and ice reprints was transferred to the library and awaits cataloguing.

LIBRARY

The library continues to provide specialized information retrieval services in support of the Centre's research programmes. New journals, particularly in the fields of climatology and aquatic ecology, have been added to the collection, bringing the current periodical subscription list to a total of 185 titles. Back issues of several of the core journals have been bought, and more will be acquired as funds become available. Scientific staff has been active in suggesting new books and reports to add to the collection, and 1,900 new documents have been catalogued since April 1988.



The Reading Room

Work on a project to have our journal and monograph holdings included in a union catalogue at the Canada Institute for Scientific and Technical Information was begun. When this project is completed in the coming year, participating libraries across Canada will have access to our collection and use of our bibliographic resources can be maximized.

In July, a full-time library technician was hired, and this has enhanced the speed and effectiveness of document delivery both to scientists within the Centre and to other researchers who have begun to use our services.

GRAPHICS

The Graphics Section is an integral part of the NHRC communication strategy and its consolidation with the Scientific Information Division has allowed an increased focus on the visual requirements of the Centre.

The Section provides management and production of graphic arts including printing, photography, drafting and illustration. Preliminary designs, layouts and detailed specifications are prepared for projects which are then contracted to the private sector or other government agencies. A consulting service is provided for planning, estimating and co-ordinating visual communication requirements for NHRC staff. Sometimes, because of deadlines, projects such as displays, reprographics or slide presentations may be completed in-house. The introduction of new computer software and laser printers has increased the graphic manager's versatility and ability to respond to such urgent requests. Future plans call for expanding this system to upgrade internal reports, the newsletter and advertising material.

The section played a vital role in designing and producing the Centre's newsletter and circulars for the many meetings being sponsored by the Centre in Saskatoon.

In addition to the successful completion of over 300 graphics projects, other responsibilities included assistance in organizing special events, participation in building utilization plans, which included the design and production of adjustable space and organization boards, and the maintenance of effective contractor/client relationships.

PUBLIC COMMUNICATIONS AND PUBLICITY

As the public's interest in environmental issues has grown, so too have the challenges for an institute such as NHRC. The public wants, and needs to know more about the work being done to understand, preserve and improve the environment. The difficulties in presenting scientific research to a non-scientific audience are daunting, particularly for a young organisation like NHRC, but several positive steps were taken in 1988-89.

In response to the growing need for NHRI and other tenant groups in the Centre to communicate the meaning of their work to the public, Environment Canada's Communication Branch established a communications officer staff position at the Centre in 1988-89. The communications officer, Trevor Ash-

field, reports to the Regional Director of Communications, Western and Northern Region, in Edmonton, and is responsible for providing communications support for the groups in the Centre, including NHRI, and for other communications tasks assigned to him by the Regional Director. These tasks include media monitoring and co-ordination of Environment Week activities, among others.

Staff assisted journalists from the Saskatoon Star-Phoenix with the preparation of a special feature on water in Saskatchewan. They also worked with SEDCO on an advertising supplement for the Star-Phoenix dealing with the various scientific activities being undertaken by tenants of the Innovation Place research park.

A new NHRI exhibit was prepared and displayed in Innovation Place in conjunction with Science Week, sponsored by SEDCO. A more substantial institute display was exhibited in Ottawa at the International Water Resources Association Meeting. The display has subsequently been used at a number of water-related meetings, particularly within Saskatchewan.

Throughout the year, staff worked with IWD HQ staff on the development of the IWD brochure and an NHRI fact sheet. This was eventually published in a package entitled Canada's Water: Canada's Future.

One of the most important undertakings in 1988-89, to increase communications with the public, was the creation of a Public Communications Strategy for NHRC. This Strategy, produced by Alan Stanley, planning advisor, in consultation with the communications officer and NHRC managers, establishes important goals and messages for the Centre's communications. It also proposes a number of "communications vehicles" to be created over the next few years to meet these goals. The thrust of the strategy is to emphasize the work of the Centre -- the science -- and environmental messages, rather than bureaucratic relationships and responsibilities.

The coming year, 1989-90, promises to be a busy one in the public communications area. New brochures, displays, and articles on NHRC work are planned. Numerous symposia and workshops scheduled by NHRC groups will create more media and public interest in the Centre. The Scientific Information Division is looking forward to the challenges these tasks will pose.

Research Support Division

The Research Support Division provides technical support to the science programmes through a Scientific Operations Section, a Computation Section and an Instrument Technology Section.

SCIENTIFIC OPERATIONS SECTION

This section is responsible for the operation of three central laboratory facilities (Chemistry, Scanning Electron Microscope and Geotechnical), logistic preparations, field support and laboratory research support. There were 14 full-time technicians and up to 12 term employees on staff this year.

The Central Chemical Laboratory provided analytical support for a variety of research projects including ground-water characterization, biochemistry of mercury, and low-level anions for paleoglaciology. A notable development in Ion Chromatography methodology during the year allows measurement of PO_4 phosphate down to 0.1 ppb using a concentrator column and suppressed conductivity detection. Contacts were established with the Saskatchewan Research Council Geochemical and Analytical Services laboratories for the exchange of analytical methods. We assisted the University of Saskatchewan Soil Science researchers with the development of their methyl mercury analysis system. NHRI hosted a Dionex Ion Chromatograph Methods Course which provides for regular interchange between a number of University and Government laboratories in Saskatoon.

The Scanning Electron Microscope provides NHRC with a state-of-the-art capability in high-resolution photomicrography, energy dispersive X-ray analysis and computerized feature analysis. S.E.M. staff contributed to many on-going research projects including: observations on the weathering effects of feldspars in sediment from the Turkey Lakes Watershed; examination of copper/arsenic precipitates from acid mine drainage; and the examination of materials used in the Facility for Indoor Aquifer Testing. An Electron Microscope Users Group was organised at the University of Saskatchewan to co-ordinate interchange of ideas and equipment.

The Geotechnical Laboratory provided particle size and gravimetric analysis in support of research on selectivity and efficiency of prototype sediment traps, characterization of aquifer materials and effects of freeze/thaw cycles on size distribution. Sample preparation for X-Ray Diffraction analysis was also provided. Field support for soil moisture measurement by neutron and gamma density meters and geotechnical sampling was contributed.

The Operations Office manages the vehicle fleet and field logistics. The former consists of 18 automobiles and light trucks, four snowmobiles, three all-terrain vehicles and a variety of boats. Logistic support was provided to research sites scattered across the western provinces and territories. Field stations at Sentinel and Place Glaciers in the Coast Mountains of British Columbia were cleaned and inventoried prior to contracting of the mass balance measurements. The station at Sunshine (Alberta) was decommissioned. Investigation and specification services were provided for new field equipment. Consultation and support was given to the hydrometric and sedimentology studies. Linkages were established with Water Survey of Canada, the Canadian Parks Service and the Canadian Wildlife Service to facilitate the exchange of technical information.

Technicians were also assigned directly to the science divisions for specific re-

STAFF

S.D. Baird
J.A. Banner
K. Best
D.B. Bucilla
T.E. Carter
C.A. Casey
P.W. Cheung
R.O. Christie
J.A. Dalton
M. Griffin
C. Heseltine (Secretary)
E.W. Marles
T.W. Maxin
J. Mollison
C.R. Onclin
D. Schill
D. Schroeder
P. Shaw
K.J. Supeene
J.P. Tisdale
M.J. Waiser
K. Wallace

search projects. There they apply their specialized knowledge of hydrology, ground water, and aquatic biology to the collection and preparation of data. Studies have included ground-water investigations of landfill leachates in Saskatchewan, ice break-up research at the Mackenzie/Liard River confluence, N.W.T., nutrient dynamics of the South Thompson River (British Columbia), and prairie hydrology as influenced by agricultural practices in Saskatchewan and Alberta.

COMPUTATION SECTION

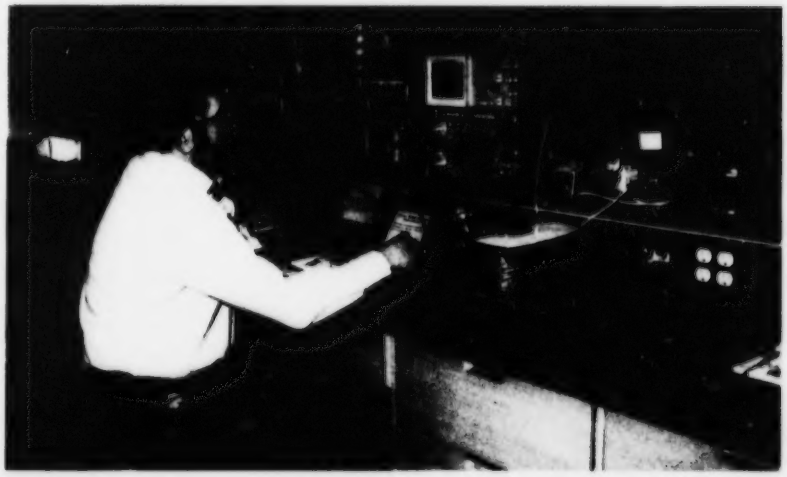
This section provides hardware and software support for the computer systems of the Institute through a wide range of services, including advice on personal computer problems, customized programming, system management services, custom hardware solutions, and the preparation of engineering proposals for large projects. The section also assists in Institute-wide planning of computer needs.

Several significant software projects were completed. Customized spectral series analysis of data, including transfer and conversion of data to usable format and plotting of final data output. A specialized data presentation package was written to generate image files and hardcopy output of Piper and Durov plots. A windowing user interface was developed and implemented to enhance data entry to existing programs. The Computation Section also translated mainframe source code to run on personal computers.

The major hardware project this year was the installation of the DOTS computer system. The DOTS system at NHRI consists of 24 terminals, 10 printers and 2 AT-computers networked together with a DIGITAL MicroVAX mini-computer and connected to the national DOTS network. In addition to the installation of this system, the section provides system management services.

The section also established a general-purpose computer facility which has four personal computers and assorted peripheral devices connected in a multi-user configuration. It provides all Institute personnel with access to high quality personal computing power, as well as communication and output resources.

In addition, the Computation Section provides ongoing consulting services to all members of the Institute such as communicating to off-site computer facilities; installing and configuring computers; interfacing to peripheral devices; connecting multiple computers into divisional computer networks; starting up data acquisition systems; and supporting various software packages.



INSTRUMENT TECHNOLOGY SECTION

This section liaises with the scientists and technicians and provides a centre of expertise for developing research instrumentation. It assists in the selection of specialized equipment and makes modifications to suit particular requirements. Unique in-house research instrumentation is also designed and developed to provide new capabilities for the researchers in their data acquisition, analysis and programme development.

The section includes facilities for machining, carpentry, welding, traceable calibration, electronics, and computing. Approximately 100 research jobs were supported during the year. The major projects are summarized below.

Leachate Permeameter Experimental Apparatus

A double-ring permeameter system was designed and developed for forcing sanitary landfill leachate through soil samples. All surfaces which contact the liquid are either teflon or stainless steel, to permit chemical analysis of the leachate. The system includes four independent permeameters and the ancillary equipment to support them, including: pressure regulators, gauges, sight glasses, valves, pressure transducers with associated electronics and digital readout.

Ice Core Drill System

The ice core drill control system is being modified to provide better drill control and monitoring. The system will be used on Mount Logan to obtain ice cores for palaeoclimate studies. The electronics will display and control the total operating parameters of the system including: rate of drill descent, drill position, core length and depth of hole, and will monitor generator power and the hydraulics system.

Ice-Growth Tank and Temperature Control System

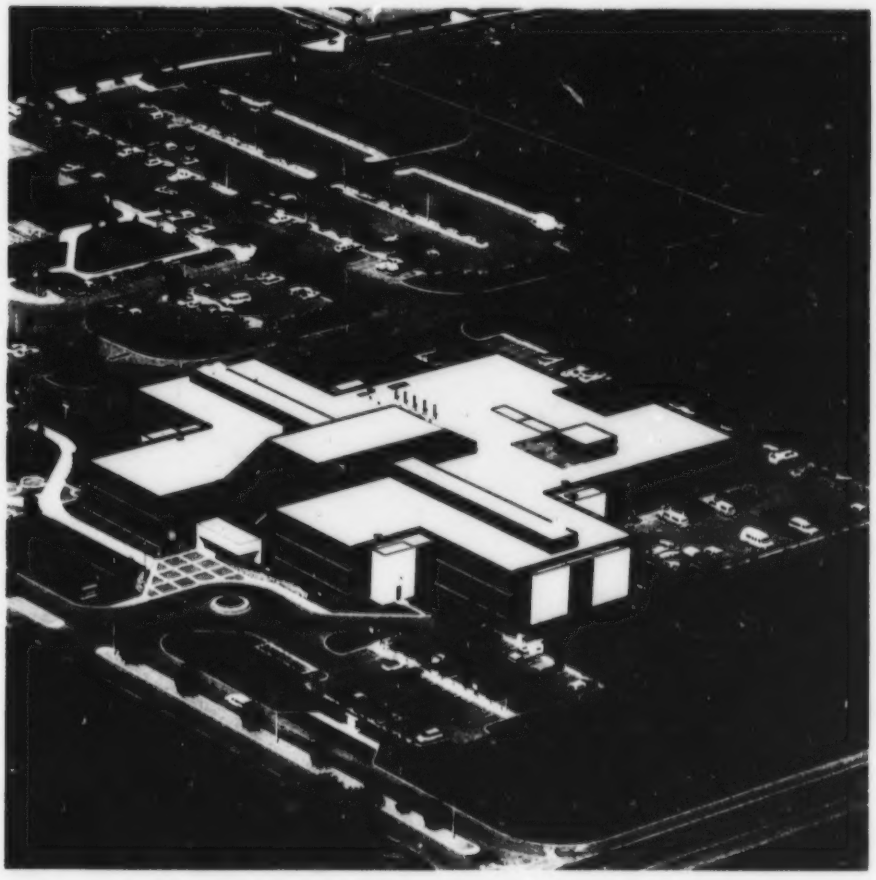
An ice tank was built to produce ice for cold room lab experiments on ice strength, related to river-ice break-up and mechanics. A multi-control AC power unit controls the built-in heaters of the ice tank to permit adjustment of the temperatures and to facilitate control of ice growth.

Ice Property Test System

A system was constructed for testing the mechanical properties of ice. The system includes a compression frame, drive motor and controller, tachometer, load cell, and electronic monitoring and control panels. It allows precise control over the compression rate and load exerted on the test ice samples.

Soil Freeze Apparatus

A cylindrical heat control system was designed and built for freezing a test column of soil. This will be used for freeze-thaw and ground-water permafrost studies. Temperature control is provided by a built-in heater and thermistors for monitoring and feedback to the control unit.



Staff Services Division

STAFF

M.A. McPhee
J.L. Akre (Secretary)
B.J. Badger
L.A. Eirikson
D. Kelly
P.A. Kerr
B.M. Lloyd
R.J. Lere
B.A. Waldbauer
R.C. Blanchette

The Staff Services Division provides administrative and financial services, building property management, materiel management, and an office technology system to NHRC employees with the Inland Waters Directorate. It also provides support services to the two components of the Atmospheric Environment Service located in the National Hydrology Research Centre.

ADMINISTRATIVE SERVICES SECTION

Various administrative services are provided to the Director of the National Hydrology Research Institute, including multi-year and long-term operational plans, main estimates, operational plans, and institute work plans. Staff also compile conference and overseas travel plans, chair the contract review committee, serve on the computer, health and safety, fire emergency, and the labour-management committees. They administer the Access to Information Act, prepare reports on the utilization of person-years, analyse financial data, prepare monthly reports for Institute management, coordinate all staffing and training with the Regional Personnel Office (Regina), and manage the Departmental Office Technology System (DOTS).

BUILDING AND PROPERTY MANAGEMENT SECTION

The National Hydrology Research Centre is situated on a 2.5 ha parcel of land within the Innovation Place Research Park north of the University of Saskatchewan campus in Saskatoon.

The building has a total area of 10,975 m^2, consisting of two major floor levels with a partial third floor containing mechanical equipment. A laboratory service spine running in an east-west direction bisects the building. Directly adjacent to each side of this spine are laboratory spaces which are served on the opposite side by corridors. Offices, workrooms and laboratory support spaces are located across the corridor from the lab spaces. Additional administrative space is situated at the south end of the building, while shop/warehouse space is at the north end.

A complex computer system provides a broad range of data gathering, security, and safety features as well as automatic control capabilities suitable for heating, ventilation and air conditioning monitoring, with energy management functions for the entire building.

The Building and Property Management Section is responsible for the physical operation and maintenance of the building, equipment, grounds and parking lots within the confines of the National Hydrology Research Centre. It also provides technical assistance, building modifications, installations of specialized equipment for the day-to-day operations of all tenants of the Centre.

The section is managed by a Property Manager and one assistant. All remaining individuals required for the day-to-day operations are contracted from the private sector. This involves 20 contracts/standing offers covering 32 trades and disciplines.

MATERIEL MANAGEMENT SECTION

The Materiel Management Section provides centralized procurement, inventory control of accountable assets, warehousing, management of stationery/stores, and shipping/receiving to all tenants. The section also provides mail, courier, telex, telecopier, photocopying and disposal of records services to all the occupants of the Centre.

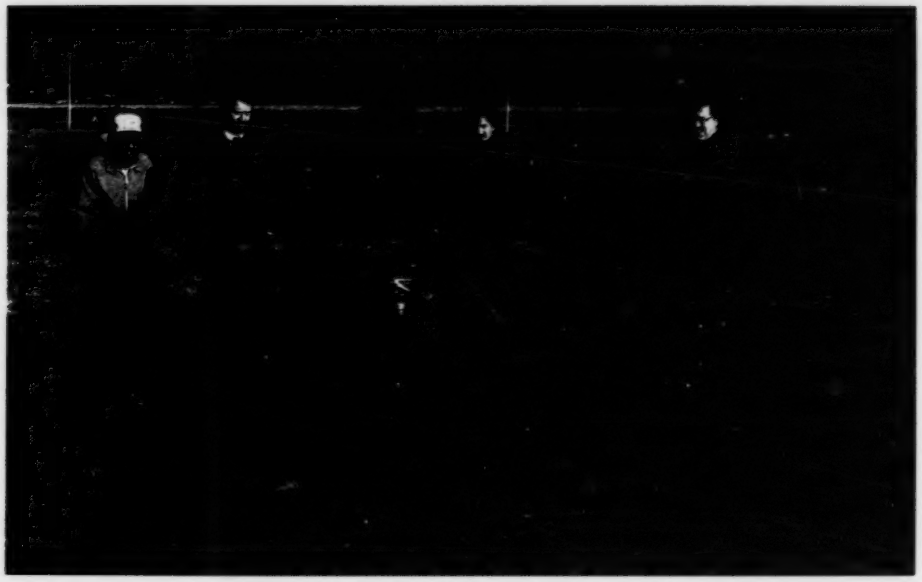
The central warehouse has undergone many changes and continues to change to meet the demands of the clients. A major and ongoing undertaking is the Material In Use System and the NATO Codification Project with Supply and Services Canada.

FINANCIAL SERVICES SECTION

The Financial Services Section provides computer accounting through the use of the Automated Financial Management and Accounting System (AFMAS), for NHRI and the Hydrometeorological Research Division (AES).

The section is responsible for services related to financial management with other federal, provincial and municipal government departments, central agencies and private sector suppliers concerning revenue and/or payment of accounts. It also participates in the planning process through the development of financial plans and the preparation of the main estimates.

During the past fiscal year many new spreadsheet reports were created to facilitate reporting of resources. As well as the maintenance of the on-line AFMAS system, Finance has been added to the DOTS network.



Fire emergency training for NHRC staff.

Analytical Services Division

STAFF

J.G. Zakrevsky
F. Cyr
M.B. Holliday
G.P. Lee
K.M. Peru
R.J. Scott

The Water Quality Branch (WQB), Inland Waters Directorate undertakes activities such as maintaining an inventory of baseline water information, identifying pollution problems, monitoring inter-jurisdictional waters and determining compliance with water-quality objectives. WQB has offices in each of the five regional offices of the Inland Waters Directorate across Canada.

The Analytical Services Division of WQB for the Western and Northern Region is located at the National Hydrology Research Centre in Saskatoon. The Division, which provides nutrient analysis of water in support of WQB survey and monitoring programmes, reports to the regional headquarters in Regina. The Division's staff maintains a 280 m^2 laboratory, a computer terminal room, a shipping and receiving area and four offices. Division computer terminals are linked to the regional WQB VAX 750 computer in Regina.

In addition to its main role of nutrient analysis, the Division provides assistance to Federal-Provincial cost-shared water-quality monitoring programmes in the Western and Northern Region. It also provides analytical work for other agencies on a cost-recovery basis, under formal or co-operative arrangements. The Division laboratory is capable of measuring levels of pH, alkalinity, physical parameters, boron, chlorophyll-a, cyanide, and phenolics.

Staff consists of three chemists and three laboratory technicians. Employees hired through contracting-in arrangements provide most of the shipping/receiving and sample bottle-washing services, and contribute to some of the analytical work.

The group has been able to analyse a larger number of samples through increased automation, without sacrificing data quality. High-speed continuous flow analyses (TRAACS system) have been aquired to improve both the quality and productivity of analyses. The TRAACS system is capable of analysing samples at a rate of 100 an hour, and is being used for routine analysis of phosphates. A second system will be used for ammonia and nitrate/nitrite analyses. In 1988-89, the laboratory received 3,391 samples and performed 47,027 tests.

Compositing of Organic Extracts

Monthly sample extracts were composited over a period of several months and the composite subsequently analysed for target compounds, which included organochlorine pesticides and PCBs, acidic and neutral herbicides. This was done with a view to reducing the operational costs for routine monitoring of the target toxic organic chemicals while still maximizing useful information on the presence and abundance of these compounds in an aquatic environment. The extractions were performed in the Saskatoon laboratory and the analyses at the National Water Quality Laboratory. Results indicate that this concept is a viable alternative to monthly analysis, although the protocol will have to be further developed before it is implemented on a routine basis.

Broad Spectrum Analysis of Trace Organic Chemicals

This method analyses for the largest possible number of chemicals in a sample, and thus provides maximum information on its organic composition. Its usefulness is based on the ability to observe changes in water quality data from differences between chromatograms. It is an alternative to the target compound analysis.

Atmospheric
Environment
Service
Service de
l'environnement
atmosphérique
Weather
Radar
Station
Station
de radar
météorologique
Canada

Hydrometeorological Research Division

Canadian Climate Centre

The Hydrometeorological Research Division is a component of the Applications Branch of the Canadian Climate Centre. Its mandate is to provide a national programme of basic and applied hydrometeorological research for western and northern Canada. The eight full-time staff of the division were very active in 1988-89 and pursued their research interests with vigour.

Division scientists and meteorologists authored or co-authored a number of reports, supervised the work of contract researchers, and made numerous presentations at scientific conferences. Three conference papers were given as a result of invitations which staff received from conference organizers. Division staff was also invited to chair three sessions at the 6th International Water Resources Association (IWRA) Congress held in Ottawa in the summer of 1988 and Dr Geoff Kite was asked to participate as a panel member in the workshop on Geophysical Time Series held by NHRI in Saskatoon.

Division Chief Rick Lawford participated in the University of Saskatchewan public lecture series on global change, presenting one lecture, "The Global Water Cycle in Transition" with Dr T. Milne Dick, NHRI, and another on his own entitled, "What can we do about Global Change and its Impacts on the Water Cycle?" He also presented a review of drought conditions on the Canadian prairies at the October seminar on the 1988 drought, held in Washington, D.C.

The Division also contributed to the Royal Society's initiative on global change. Both Les Welsh and Rick Lawford participated in meetings to develop a prairie initiative related to global change.

During the year, the Division strengthened its close working relationship with the National Hydrology Research Institute by launching a number of joint initiatives. It also received financial support through agreements with a number of other Environment Canada groups such as the Central Region (AES), the Canadian Wildlife Service, the Ontario Region (Conservation and Protection), and IWD's Water Planning and Management Branch. A number of projects involving Agriculture Canada, the Saskatchewan Water Corporation, and other agencies, were initiated. Six scientific contracts were let to researchers with other organisations, including a major initiative with McGill University to develop and install a radar data processing system. The Division contributed ideas, proposals and support to the climate change component of the International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) global change programme and to several proposals by universities for Centres of Excellence. Division staff also supported the university community by giving a course with the University of Saskatchewan Geography Department and supervising two graduate students.

The Division dealt with a total of 233 sector/service information requests in the fiscal year 1988/89, including such diverse activities as support to educational institutions through consultations on student projects, public talks on the climatic change issue, and support to research projects at the University of Saskatchewan. A climatic information display board was maintained for National Hydrology Research Centre personnel and visitors.

Research initiatives in 1988/89 fell into five categories. The four principal areas included hydroclimatology, remote sensing and hydrometeorological models, prairie hydrometeorological processes and quantitative precipitation monitoring and forecasting. The fifth, arctic and alpine hydrometeorology received less emphasis due to resource constraints.

STAFF

R.G. Lawford
D.J. Bauer
F.J. Eley
S.J. Forsberg (Secretary)
Dr G.W. Kite
D.W. Matthews
Dr G.S. Strong
L.E. Welsh

PRAIRIE DROUGHT

Prairie Drought Workshop

One of the highlights of the Division's activities was an international workshop dealing with drought phenomena. Eighty-eight scientists and managers from Canada and the United States participated in the Prairie Drought Workshop held at the National Hydrology Research Centre in Saskatoon, Saskatchewan, October 11 to 13, 1988. It was sponsored jointly by the Prairie Farm Rehabilitation Administration (PFRA) of Agriculture Canada, and NHRI and the Canadian Climate Centre (CCC), both of Environment Canada. The Hydroclimatology Section, under the leadership of Les Welsh, was responsible for the organisation of the Workshop.

Four sessions addressed Drought Driving Forces; Drought Monitoring, Detection and Early Warning; Drought Prediction; and Drought in the Future. Each was introduced by a keynote speaker and one or two invited speakers. The participants divided into working groups to discuss issues arising from every session topic and to formulate recommendations. There were also a number of Poster Papers. Proceedings of the Prairie Drought Workshop are now available.

Characteristics of the 1988 drought

The Division initiated a multi-agency study, to be carried out by the Saskatchewan Research Council and the University of Manitoba, on the economic and environmental effects of the drought. This study, which has a broad base of funding support, is expected to provide hard statistical data on the extent of the 1988 drought and to provide insight into the most appropriate models for estimating the effects of drought.

Drought Prediction

The agricultural community is very concerned about future droughts, dry conditions and the forecasters' ability to predict them. A review of drought prediction methodologies was carried out under contract by Prof. E. Ripley of the University of Saskatchewan. There appear to be a number of factors which influence a drought event including sea-surface temperatures, snow cover and soil moisture. However, on a seasonal time scale, he concluded that success in drought prediction will likely result from the development of a physical/statistical model or through the application of teleconnections. Some of these ideas are being explored in a joint initiative between the Division and the University of Saskatchewan Geography Department.

Work by Dr John Knox and Rick Lawford, on the relationship between anomalies in the atmospheric circulation patterns and wet and dry months on the Canadian prairies, may provide a stronger basis for understanding the meteorological drought phenomenon. Their study, which focused on the growing season, indicated that well-defined anomaly patterns are associated with wet and dry months. During dry months an area of anomalously high heights is generally found to the west of the dry area.

Drought Bibliographic Database

Don Bauer led this project, consolidating the more than 3,000 references to drought in the scientific literature. The references, including many with annotations, were incorporated in a newly-developed microcomputer bibliographic data base which is available for reference at the Centre.

CLIMATIC CHANGE AND VARIABILITY

Climatic Warming Scenarios and Water Resources in the Saskatchewan River Sub-basin

This is a co-operative project with Dr S.J. Cohen of the Arctic Meteorology Section (CCC). Several general circulation model scenarios of climates warmed by a doubling of carbon

dioxide concentration were used as input to a Thornthwaite water-balance model in order to calculate resulting streamflow at The Pas on the Saskatchewan River.

A wide range of mean streamflow scenarios resulted, with an extreme decrease of 70% on one hand to a 40% increase on the other. Proper incorporation of reservoir evaporation and projected irrigation water-use was important in such a calculation. Also, normal precipitation, especially in the Rocky Mountain portion of the watershed, must be much more accurately known in order to validate models for the current climate prior to extrapolation to a warmed climate.

Variability of Hydrometeorological Parameters

Dr Geoff Kite undertook a study of the secular variations in precipitation, river run-off and lake levels using a time-series analysis programme which he developed. The study determines if time-series analysis techniques can be used to detect a climatic change signal in these parameters. The results indicate that these signals cannot be seen in precipitation or river run-off trends. Furthermore, trends in lake levels which are statistically significant likely arise from factors such as isostatic rebound rather than climatic change.

Climatic change and northern hydrology

Rick Lawford presented an invited review paper outlining the possible influences of climatic change on the hydrological cycle in the north, in Whitehorse. Areas where an altered climate could have a significant impact on northern hydrological patterns arise from effects on glaciers, snow cover, river basin characteristics, permafrost, river ice break-up, sea ice cover, and northern ecology.

Winter Temperatures

A study of temperature cycles with particular emphasis on the winter period has been undertaken by Dr Geoff Strong. This study is intended to confirm 15- to 20-day cycles found in earlier studies, and to add additional stations to the analysis in order to examine any west-east or north-south progressions in more detail. Most of the analysis has been completed, and some additional features with respect to urban warming and climate warming have been noted.

REMOTE SENSING AND DISTRIBUTED HYDROLOGICAL MODELS

The value of remote sensing has been documented extensively and, in some sectors, remote-sensing data are now used operationally. However, the benefits of using this type of information to derive hydrometeorological fields such as snow and cloud cover for hydrological models have not been fully documented.

The remote-sensing project being undertaken by Dr Geoff Kite has three objectives: to investigate the utility of satellite data in a hydrological model in different physiographic and climatic zones; to use a hydrological model with satellite data as a test-bed for physically-based model components; and, at a later stage, to develop a land-phase component for global circulation models. The database needed to combine meteorological, hydrometric, physiographic, land-use and satellite data has been completed and data have been entered for the Kootenay and Souris basins for 1988.

Two hydrometeorological models will be used. A simple lumped model, SLURP, has been calibrated on both basins. This model checks input data and acts as a base-case for the other model. The second model is Hydrotel, a distributed model being developed by l'Université du Québec (INRS-Eau).

The SLURP model has attracted the interest of other agencies. Copies of SLURP have been requested by IWD, Canadian Forestry Service, US Soil Conservation Service and Lavalin Engineering Inc. A co-operative study with Dr

Terry Prowse, NHRI, has been initiated to apply SLURP to permafrost basins. These applications will assist in evaluating the performance of the model and increasing its versatility.

HYDROMETEOROLOGICAL PROCESSES

Evaporation is recognized as a very important process on the prairies, especially during the growing season when the rate of evaporation over open water exceeds precipitation by factors of two to six. Its importance takes on additional meaning during periods of drought, or high temperatures, so it requires special consideration in the context of climate warming.

The Prairie Evaporation Study

In spite of the importance of evaporation on the prairies, areal evaporation from open water cannot be measured directly, nor estimated accurately. Monthly values of reservoir evaporation, for example, whether estimated from evaporation pan data, from Meyer's formula, the Morton technique, or other semi-empirical methods, can be in error by as much as 50%. Furthermore, there are presently no Canadian data sets available which are adequate for a scientifically-sound evaluation of the accuracy of such techniques. The Prairie Provinces Water Board (PPWB) Committee on Hydrology (COH) requested that comparative evaluations between the different evaporation models be made. The Prairie Evaporation Study, a project of the Division and NHRI, was initiated as a result. Dr. Geoff Strong, in collaboration with NHRI, has prepared a proposal for a six-week study, outlining the various research options.

A Review of Open-Water Evaporation

The problem of translating point measurements to areal estimates of open-water evaporation is quite complex, and estimates of uncertainty in even a monthly average value is of the order of 50%. To obtain a better understanding of the problems of evaporation estimates, a study which uses existing climatological data to compare Meyer and Morton estimates of evaporation with evaporation-pan data was completed. The study, available as an NHRI report, confirms the inaccuracy of the current techniques used to estimate areal evaporation from water bodies, and emphasizes the need for measurement standards to fine-tune these techniques. A review paper being prepared for the Associate Committee on Hydrology will summarize the various techniques used to obtain open-water estimates, discuss the data uncertainties, and recommend procedures to improve the estimates.

Prairie Climate/Wetlands Study

Prairie wetlands, which provide vital habitat for migratory waterfowl, are very sensitive to climate fluctuations. With the possibility of future climate warming, it is important for wildlife managers to ascertain the changes which may occur in waterfowl habitats. The Division, with funding and technical support from the National Hydrol-

St. Denis research site

ogy Research Institute, the Canadian Wildlife Service, Ducks Unlimited and the Canadian Climate Centre, has contracted a study on wetlands with McMaster University. The study will improve our understanding of the hydrological and hydrometeorological processes of a prairie wetland as part of the assessment of the susceptibility of western wetlands to climatic variability.

The field site is in the Canadian Wildlife Service's St. Denis National Wildlife area, 40 km east of Saskatoon. The basin is representative of most prairie wetlands, consisting of five land-cover types: grassland, wheat field, woodland, wetland and a water body. An extensive observational programme will begin in the spring of 1989. Analysis of the data acquired during the field seasons will lead to a hydrological model to assess the changes in prairie wetlands in response to present and future climates.

QUANTITATIVE PRECIPITATION MONITORING AND FORECASTING

Radar Hydrometeorology

The Division, in co-operation with the Central Region of Weather Services Directorate, is upgrading the Elbow, Saskatchewan weather radar to fully digital processing. This upgrade will be completed in the summer of 1989. It will then be operated in an automated volume-scanning mode with a 10-minute cycle. All radar precipitation data will be archived on tape at the main processing unit in the National Hydrology Research Centre. Processed radar data will be displayed at the Saskatoon Weather Office and will be available for call-up by other users, such as the Prairie Weather Centre. Joe Eley is managing the acquisition and implementation stages of the system.

The Division will use the digital archive for research in prairie hydrometeorology. This will include studies of the climatology of convective precipitation and heavy precipitation events. Development work will be carried out to make radar-derived precipitation data more accessible to users on the prairies, such as providing radar-derived precipitation data to the Irrigation Branch of the Saskatchewan Water Corporation.

Irrigation Scheduling Information System

The Division has been contracted by the Irrigation Development Centre and the Saskatchewan Water Corporation to develop an irrigation scheduling information system for use by the Corporation at Outlook. The system will help make irrigation more efficient and profitable by allowing farmers to water their crops with more precision. The Division contracted the University of Saskatchewan to review a number of existing soil moisture models and test the most promising models on data acquired by the University's field studies in 1988 on an irrigated farm near Birsay, Saskatchewan. A model was selected and modified slightly to improve its performance. Joe Eley has transferred the technology to the Saskatchewan Water Corporation.

ARCTIC AND ALPINE HYDROMETEOROLOGY

Three studies have been undertaken in this area. The first is a review of the needs for research in arctic hydrometeorology based on interviews with a number of experts in arctic hydrology and meteorology and on interviews with users of hydrometeorological information. A second study in alpine hydrometeorology assesses the hydrometeorology of the western Cordillera at several scales. A third study, initiated in the late winter of 1988 under contract to the University of British Columbia, will review our current ability to determine the possible influences of climatic change on the hydrology, coastal currents and fisheries of British Columbia.

Saskatchewan Inspection Office

AES Central Region

The Saskatchewan Inspection Office, part of the Atmospheric Environment Service (Central Region), is responsible for the installation, maintenance, and regular inspection of weather stations in Saskatchewan and of four sites in the High Arctic Islands of the Northwest Territories. The office is staffed by three meteorological inspectors, two electronic technicians and a summer student.

The area served by the Office comprises 23 mainline weather stations, 10 automatic weather stations, and approximately 240 volunteer weather observers, situated in small towns and on farms around the province. This past year the staff logged in excess of 130,000 km by road and 75,000 km by air, getting to and from the many locations visited.

Staff made 50 inspections to the mainline and automatic stations to ensure continuity and completeness of data. The climate network received 135 visits. Some sites were selected for upgrading of facilities and others received completely new facilities.

About one week is required for a full inspection of the equipment and programmes at a mainline station, which may be operated by AES, Transport Canada or by contract. Inspections of automatic stations are shorter, usually only a day, but more frequent, twice a year. Nine of the stations are operated in total or in part by contract weather observers so another facet of the Office's work is their training.

The electronic technicians share responsibility for the maintenance of the electronics at seven automatic weather stations, the weather radar equipment at Elbow, Sask., and the weather radio equipment at the Saskatoon airport. This involves ensuring output data are complete and equipment is in order. Over 50 scheduled and emergency visits were made to the automatic stations. The radar site at Elbow is inspected biweekly and on an emergency basis as required. One technician spent four months at Resolute Bay, N.W.T., as part of the Office's responsibility for weather stations in the High Arctic.

Other projects during this fiscal year included the installation of Campbell Scientific "Automatic" weather equipment near Reindeer Lake at Southend, Sask., the complete relocation of the mainline meteorological station on Wollaston Lake at Collins Bay, Sask. and the installation of meteorological equipment in the new Transport Canada air terminal building at the La Ronge airport. Eleven new "tilt down" towers for wind equipment were installed at various airports in Saskatchewan. Campbell Scientific data loggers were installed at two sites in Saskatchewan and four sites in the High Arctic as part of the upgrading of the "Solar Radiation" data gathering network.

AES maintains a Canadian Air and Precipitation Monitoring Network (CAPMoN) station at Cree Lake, Sask., which requires four visits annually by inspection staff. The station was improved with the addition of a computerized data logger for the air-sampling system. Inspections were also carried out at 135 of the about 240 volunteer weather observing stations throughout Saskatchewan. Eight of the volunteer observers were presented with awards during Environment Week in recognition of excellence and long service.

Staff are often involved in liaison with other agencies whose activities have an impact on weather stations. This year, staff dealt with SaskTel, which was plowing in cable near the Eastend weather station, and the City of Estevan, during the development and construction of their new airport facilities.

STAFF

K. Leek
N. Arvidson
D. Greer
R. Risbey
G. Toffelmire
H.G. Ewen

Staff also responded to requests for replacement equipment and weather information. As well, the Saskatchewan Inspection Office is involved in the development of weather stations, from site inspection, blueprint development, contractor supervision, cable trenching, equipment installation, to the approval of a completed facility.

Publications and Reports

Publications and Reports of the National Hydrology Research Institute

[CS = Contributions of the National Hydrology Research Institute]

[CR = Contract Reports completed for the National Hydrology Research Institute]

Bigras, S.C., 1988. Hydrochemical aspects of lakes and channels in the Mackenzie Delta, N.W.T. [CS-88019] - 40 pp.

Bigras, S.C., 1988. Ice jamming characteristics of the Mackenzie Delta, N.W.T. Proceedings of the 45th Annual Eastern Snow Conference, 8-9 June 1988, Lake Placid, New York, 129-139

Bothwell, M., 1988. Growth rate responses of lotic periphytic diatoms to experimental phosphorus enrichment: the influence of temperature and light. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45(2), 261-270

Brown, T., 1988. Soil moisture plotting program. Contract No.KW504-7-1419, Division of Hydrology, Department of Agricultural Engineering, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan. [CR-88003] - 24 pp.

Chew, H.[A.M.], L.M. Johnston, D. Craig and K. Inch, 1988. Aluminum contamination of groundwater: Spring melt in Chalk River and Turkey Lakes watersheds - preliminary results. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol.45, Supplement No.1, 66-71

Craig, D. and L.M. Johnston, 1988. Acidification of shallow ground waters during the spring melt period. Nordic Hydrology, 19(2), 89-98

Craig, D. and L.M. Johnston, 1988. Acid precipitation and groundwater chemistry at the Turkey Lakes Watershed. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol.45, Supplement No.1, 59-65

Demuth, M.N., G. Holdsworth and R. Brancker, 1988. Shallow ice borehole logger and deployment system. [CS-88018] - 20 pp.

Demuth, M.N. and T.D. Prowse, 1988. *In situ* testing of river-ice strength using a hydraulic borehole jack. Proceedings of the 45th Annual Eastern Snow Conference, 8-9 June 1988, Lake Placid, New York, 181-185

Dick, T.M., 1988. Scientific research programme: National Hydrology Research Institute. [CS-88038] - 39 pp.

Dozier, J., R.E. Davis and R. Perla, 1987. On the objective analysis of snow microstructure. Avalanche Formation, Movement and Effects, B. Salm and H. Gubler (Editors), IAHS Publication No.162, International Association of Hydrological Sciences, I.U.G.G., 49-59

Fogarasi, S. and G. Holdsworth, 1988. An investigation of large-scale upper-air flow as a means of explaining the teleconnections between long-term glacier mass balance variations on Mount Logan and long-range spatially averaged precipitation variations in the Prairia/Steppe regions of North America and Eurasia (U.S.S.R.). [CS-88012] - 31 pp.

Holdsworth, G., 1988. Iceberg. The Canadian Encyclopaedia, Second Edition, Volume II: Edu - Min, J.H. Marsh (Editor), Hurtig Publishers, Edmonton, Alberta, 1038

Holdsworth, G., 1988. Logan, Mount. The Canadian Encyclopaedia, Second Edition, Volume II: Edu - Min, J.H. Marsh (Editor), Hurtig Publishers, Edmonton, Alberta, 1238

Holdsworth, G., 1988. Mt. Logan glaciology, 1986. The Canadian Alpine Journal, Vol.71, 56-57

Holdsworth, G., 1988. Mt. Steele glaciology, 1987. The Canadian Alpine Journal, Vol.71, 57

Holdsworth, G. and W. Blake, Jr, 1988. Obituaries: John Hainsworth Mercer (1922-1987). Arctic, 41(2), June, 164-165

Holdsworth, G., S. Fogarasi and H.R. Krouse, 1988. Atmospheric structural and climatological implications of stable isotope data from Mount Logan, Yukon Territory, Canada. [CS-88040] - 27 pp.

Holdsworth, G., S. Fogarasi, H.R. Krouse and M. Nosal, 1988. Climatic indicators in an ice core from the Yukon. Abstracts, 5th Workshop on Climate Variability of the Eastern North Pacific and Western North America, 20-24 March 1988, Pacific Grove, California, 5

Holdsworth, G., H.R. Krouse and E. Peake, 1988. Trace-acid content of shallow snow and ice cores from mountain sites in western Canada. Proceedings of the Symposium on Ice-Core Analysis, 30 March - 3 April 1987, University of Bern, Switzerland, Annals of Glaciology, Vol. 10, 57-62

Jackson, T.A., 1988. Accumulation of mercury by plankton and benthic invertebrates in riverine lakes of northern Manitoba (Canada): importance of regionally and seasonally varying environmental factors. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45(10), October, 1744-1757

Jackson, T.A., 1988. Effects of clay minerals, hydrated oxides, and humic matter on microbial methylation and demethylation of mercury in freshwater environments. Preprint of Papers presented at 3rd Chemical Congress of North America, 28(1), Symposium on Organometallics in the Environment, 5-10 June 1988, Toronto, Ontario, Division of Environmental Chemistry, American Chemical Society, 589-594

Jackson, T.A., 1988. The mercury problem in recently formed reservoirs of northern Manitoba (Canada): effects of impoundment and other factors on the production of methyl mercury by microorganisms in sediments. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45(1), January, 97-121

Jackson, T.A., 1988. Speciation, availability, and bio-accumulation of mercury in lakes. Abstracts of the Conference, 9th Annual Meeting, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 13-17 November 1988, Arlington, Virginia, 54

Johnston, L.[M.], 1988. Session 1. Water quality monitoring activities in the North - National Hydrology Research Institute - discussion. Northern Water Quality Monitoring, Proceedings of the Technology Transfer Workshop, 4-7 May 1987, Yellowknife, N.W.T., IWD Technical Workshop Series No.7, Inland Waters Directorate, Environment Canada, Ottawa, Ontario, 74-80

Klemeš, V., 1987. Empirical and causal models in hydrologic reliability analysis. Engineering Reliability and Risk in Water Resources, L. Duckstein and E.J. Plate (Editors), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster, 391-403

Klemeš, V., 1987. Hydrological and engineering relevance of flood frequency analysis. Hydrologic Frequency Modeling, V.P. Singh (Editor), Proceedings of the International Symposium on Flood Frequency and Risk Analyses, 14-17 May 1986, Louisiana State University, Baton Rouge, U.S.A., D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1-18

Klemeš, V., 1987. One hundred years of applied storage reservoir theory. Water Resources Management, 1(3), 159-175

Klemeš, V., 1988. Effects of storage mechanisms on geophysical time series. Proceedings of the 35th Annual Meeting, Pacific Northwest Region, American Geophysical Union, 28-30 September 1988, Victoria, British Columbia, Abstract, 16

Klemeš, V., 1988. A hydrological perspective. Journal of Hydrology, 100(1-3), 30 July, 3-28

Klemeš, V., 1988. Hydrology and water resource management: the burden of common roots. Water for World Development, Vol.I - Summary, Special Sessions, Training and Education, Proceedings, 6th IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, Ottawa, Ontario, International Water Resources Association, 368-376

Klemeš, V., 1988. (One hundred years of applied storage reservoir theory). In Chinese, Proceedings of the Symposium on Methodology in Hydrology, R. Liang, S. Cong and F. Bing (Editors), 2-5 April 1988, Nanjing, China, 118-122

Klemeš, V. and I. Klemeš, 1988. Cycles in finite samples and cumulative processes of higher orders. Water Resources Research, 24(1), January, 93-104

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, D.S. Jeffries and D. Craig, 1988. Modelling stream chemistry for the Turkey Lakes Watershed: comparison with 1981-84 data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Vol.45, Supplement No.1, 72-80

Landine, P.G., R.J. Granger and D.M. Gray, 1988. Evaluation of snowmelt models for application in permafrost environments. Contract No.KW504-7-1554, Division of Hydrology, College of Engineering, University of Saskatchewan. [CR-88001] - 54 pp.

Letréguilly, A., 1988. Relation between the mass balance of western Canadian mountain glaciers and meteorological data. Journal of Glaciology, 34(116), 11-18

Maathuis, H., V. Wasiuta, W. Nicholaichuk and R. Grover, 1988. Study of herbicides in shallow groundwater beneath three irrigated sites in Outlook Irrigation District, Saskatchewan: results of 1987 field investigations. [CS-88049] 94 pp.

Marsh, P., 1988. Flow fingers and ice columns in a cold snow cover. Proceedings, 56th Annual Western Snow Conference, 18-20 April 1988, Kalispell, Montana, 105-112

Marsh, P., 1988. Soil infiltration and snow-melt run-off in the Mackenzie Delta, N.W.T. Proceedings, 5th International Conference on Permafrost, K. Senneset (Editor), 2-5 August 1988, Trondheim, Norway, Tapir Publishers, Vol.1, 618-621

Marsh, P. and S.C. Bigras, 1988. Evaporation from Mackenzie Delta Lakes, N.W.T., Canada. Arctic and Alpine Research, 20(2), May, 220-229

Marsh, P. and S.[C.] Bigras, 1988. Lake hydrology studies in the Mackenzie Delta, N.W.T. Proceedings, Canadian Hydrology Symposium No.17 - 1988, Canadian Research Basins: Successes, Failures and Future, CHS-88-SCH, 9-11 May 1988, Banff, Alberta, Associate Committee on Hydrology, National Research Council of Canada (NRCC No.30416), 255-263

Marsh, P. and M. Ferguson, 1988. Sediment regime of lakes in the Mackenzie Delta: Report on NOGAP Project No.C.11A. [CS-88016] - 70 pp.

Marsh, P. and M. Hey, 1988. Mackenzie River water levels and the flooding of Delta lakes. [CS-88013] - 135 pp.

Martinerie, P., D. Raynaud, D. Mazaudier, A.J. Gow, G. Holdsworth, V.Ya. Lipenkov and N.W. Young, 1988. The relationship between total gas content of polar ice, atmospheric pressure and surface elevation. Proceedings, 4th International Symposium on Antarctic Glaciology, A.J. Gow (Editor), 7-11 September 1987, Bremerhaven, Federal Republic of Germany, Annals of Glaciology, Vol.11, abstract, 203

McConkey, B. and W. Nicholaichuk, 1988. Wheat farming with grass barriers. Weekly Newsletter No.2, January 13, Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan, 1 pp.

McConkey, B., W. Nicholaichuk and J.D. Beaton, 1988. Grass barriers for wheat production in southwest Saskatchewan. Proceedings, Soils and Crops Workshop, 18-19 February 1988, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Advisory Council on Soils and Agronomy, Vol.1, 380-400

McConkey, B., D. Ulrich, W. Nicholaichuk and H. Steppuhn, 1988. Subsoiling to improve soil structure for enhanced snowmelt infiltration and better crop growth. Paper presented at Canadian Society of Agricultural Engineering Annual Meeting, 23 August 1988, Calgary, Alberta, 31st Canadian Agricultural Engineering Conference, Agricultural Institute of Canada, abstract, 1 pp.

McNaughton, D., 1988. Session 3. General - Ground-water quality issues in northern Canada. Northern Water Quality Monitoring,Proceedings, Technology Transfer Workshop, 4-7 May 1987, Yellowknife, N.W.T., IWD Technical Workshop Series No.7, Inland Waters Directorate, Ottawa, Ontario, abstract, 110

McNaughton, D.C., 1988. Pesticides and ground water quality; a field study in western Canada. Agricultural Chemicals and the Environment, Proceedings of Meeting, Manitoba Institute of Agrologists, Western Branch, 24 February 988, Brandon, Manitoba, 13 pp.

Mokievsky-Zubok, O., 1988. Glacier mass balance for 1987 on Sentinel, Helm and Place Glaciers, British Columbia. [CS-88009] - 17 pp.

Moore, R.D. and T.D. Prowse, 1988. Snow hydrology of the Waimakariri Catchment, South Island, New Zealand. Journal of Hydrology (N.Z.), 27(1), 44-68

Nicholaichuk, W., 1988. Drought monitoring, detection & early warning - summary. Proceedings of the Prairie Drought Workshop, Saskatoon, Saskatchewan, 11-13 October 1988, D.J. Bauer (Editor), NHRI Symposium No.2, National Hydrology Research Centre, Saskatoon, Saskatchewan, 125-126

Nicholaichuk, W., 1988. Education and training in the Third World. Water for World Development, Vol.I - Summary, Special Sessions, Training and Education, Proceedings, 6th IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, Ottawa, Ontario, International Water Resources Association, 452-459

Nicholaichuk, W., 1988. Soil and water conservation on the farm. Proceedings, Alberta Soil and Crops Workshop, 22-23 February 1988, Lethbridge, Alberta, Jasper Printing, Edmonton, 15-31

Nicholaichuk, W., C. Chang, S. Fogarasi, F. Davies, G. Beke and J. Whiting, 1988. Areal evapotranspiration over different agricultural surfaces using the Complementary Relationship Areal Evapotranspiration Model. Paper presented at Canadian Society of Agrometeorology Annual Meeting, 23 August 1988, Calgary, Alberta, 31st Canadian Agricultural Engineering Conference, Agricultural Institute of Canada, abstract, 2 pp.

Nicholaichuk, W., S. Fogarasi, C. Chang, G. Beke, F. Davies, F. Morton and J. Whiting, 1988. Field testing the complementary relationship areal evapotranspiration (CRAE) model. Evaporation and Evapotranspiration Processes, F.J. Eley (Editor), Proceedings of Workshop, 20-21 May 1987, Saskatoon, Saskatchewan, Canadian Climate Centre Report No.88-2, unpublished manuscript, Atmospheric Environment Service, National Hydrology Research Centre, Saskatoon, Saskatchewan, 63-65

Nicholaichuk, W., D.M. Gray and B. McConkey, 1988. Interim progress report: Snow management and meltwater enhancement. Project 3.2-3, Canada/Saskatchewan Economic & Regional Development Assistance (ERDA) Fund: October, 1988. [CS-88088] - 7 pp.

Nicholaichuk, W., D.M. Gray and B. McConkey, 1988. Interim progress report: Snow management and meltwater enhancement. Project 3.2-3, Canada/Saskatchewan Economic & Regional Development Assistance (ERDA) Fund: December 21, 1988. [CS-88091] - 17 pp.

Nicholaichuk, W., R. Grover and J. Whiting, 1988. Herbicide, nutrient and water balance from an irrigated field. Water for World Development, Vol.III - Agriculture, Irrigation, and Drainage; Environment, Proceedings, 6th IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, Ottawa, Ontario, International Water Resources Association, 255-262

Nicholaichuk, W., R. Grover and J. Whiting, 1988. Herbicide, nutrient, and water drainage from an irrigated field. [CS-88057] - 11 pp.

Nicholaichuk, W., R. Grover and J. Whiting, 1988. Interim progress report: Herbicide, nutrient and water drainage from an irrigated field. [CS-88087] - 6 pp.

Nicholaichuk, W., B. McConkey and H. Steppuhn, 1988. The role of a small agricultural watershed in addressing soil and water concerns. Proceedings, Canadian Hydrology Symposium No.17 - 1988, Canadian Research Basins: Successes, Failures and Future, CHS-88-SCH, 9-11 May 1988, Banff, Alberta, Associate Committee on Hydrology, National Research Council of Canada (NRCC No.30416), 155-157

Nicholaichuk, W. and H. Steppuhn (Editors), 1988. Proceedings of the Symposium on Water Management Affecting the Wet-to-Dry Transition: Planning at the Margins, Water Studies Institute, 8-9 November 1988, University of Regina, Regina, Saskatchewan, Water Studies Institute, 291 pp.

Ommanney, C.S.L., 1988. 1980-1985 quadrennial report to the World Glacier Monitoring Service on Canadian glacier variations, mass balance and special events, 230 pp. Published in Fluctuations of Glaciers 1980-1985 (Vol.V), W. Haeberli and P. Müller, World Glacier Monitoring Service (Compilers), A contribution to the Global Environmental Monitoring System (GEMS) and the International Hydrological Programme, International Association of Hydrological Sciences (International Commission on Snow and Ice) and United Nations Environment Programme and Unesco

Ommanney, C.S.L., 1988. Glacier names of the Rocky Mountains. [CS-88010] - 20 pp.

Ommanney, C.S.L., 1988. Snow and ice research in Canada. [CS-88025] - 22 pp.

Ommanney, C.S.L. and Young, G.J., 1988 Research on Canadian glaciers within the IHD/IHP. Proceedings, Canadian Hydrology Symposium No.17 - 1988, Canadian Research Basins: Successes, Failures and Future, CHS-88-SCH, 9-11 May 1988, Banff, Alberta, Associate Committee on Hydrology, National Research Council of Canada (NRCC No.30416), 21-28

Perla, R.I., 1988. Avalanche. The Canadian Encyclopaedia, Second Edition, Volume I: A - Edu, J.H. Marsh (Editor), Hurtig Publishers, Edmonton, Alberta, 153

Perla, R. and J. Banner, 1988. Calibration of capacitive cells for measuring water in snow. Cold Regions Science and Technology, 15(3), October, 225-231

Perla, R. and R.A. Sommerfeld, 1988. On the morphology and size of snow grains. A Merging of Theory and Practice: Proceedings of the International Snow Science Workshop, 12-15 October 1988, Whistler, B.C., Canadian Avalanche Association, 34-36

Polson, J. and J. Whiting, 1988. Use of remotely sensed data for hydrologic investigations in Wood Buffalo National Park. Contract No.KW504-7-1152, SRC Publication No.E-905-14-E-88, Saskatchewan Research Council, Saskatoon. [CR-88004] - 11 pp.

Pourchet, M., J.F. Pinglot, L. Reynaud and G. Holdsworth, 1988. Identification of Chernobyl fall-out as a new reference level in Northern Hemisphere glaciers. Journal of Glaciology, 34(117), 183-187

Prowse, T.D., 1988. Field determination of ice jam porosity. Proceedings, 9th International Symposium on Ice, IAHR, K. Saeki and K. Hirayama (Editors), 23-27 August 1988, Sapporo, Japan, Committee on Ice Problems, International Association for Hydraulic Research, Vol.2, 316-325: Discussion and reply, Vol.3, 275-277; Errata, Vol.3, 318

Prowse, T.D., 1988. Ice jam characteristics, Liard-Mackenzie rivers confluence: reply. Canadian Journal of Civil Engineering, 15(2), 277-278

Prowse, T.D., M.N. Demuth and C.R. Onclin, 1988. Strength and energy balance of decaying river ice. Applied Hydrology in the Development of Northern Basins, Proceedings, 7th Northern Research Basins Symposium, 25 May - 1 June 1988, Ilulissat, Greenland, Danish Society for Arctic Technology, Copenhagen, Denmark, 29 March, 293-301

Prowse, T.D., M.N. Demuth and C.R. Onclin, 1988. Using the borehole jack to determine changes in river ice strength. Proceedings, 5th Workshop on Hydraulics of River Ice/Ice Jams, 21-24 June 1988, Winnipeg, Manitoba, 283-302

Pupp, C. and G. Grove, 1988. Ground water in Atlantic Canada: overview of a series of reports by Environment Canada with the assistance of provincial governments. Proceedings, International Groundwater Symposium on Hydrogeology of Cold and Temperate Climates and Hydrogeology of Mineralized Zones, C.L. Lin (Editor), 1-5 May 1988, Halifax, Nova Scotia, International Association of Hydrogeologists, Atlantic Canada Region, 229-234

Pupp, C. and G. Grove, 1988. Ground water in Canada: use, quality and management. Water for World Development, Vol.II - Hydrology and Groundwater, Climate, Energy, Proceedings, 6th IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, Ottawa, Ontario, International Water Resources Association, 409-419

Roberts, M.C., 1988. The depth and areal extent of overburden at selected sites within the University of British Columbia Forest, Maple Ridge, B.C.: a feasibility study. Contract No.KW504-9-0304, Department of Geography, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia. [CR-88005] - 12 pp. + map

Schmok, J., 1988. 1988 mass-balance determination of Sentinel, Place and Helm Glaciers, British Columbia. Contract No.KW504-8-0865/01-SB, Department of Geophysics and Astronomy, University of British Columbia, Vancouver, British Columbia. [CR-88002] - 22 pp.

Steppuhn, H. and W. Nicholaichuk, 1988. The role of snow and rain in Prairie wetlands. Proceedings of the Symposium on Water Management Affecting the Wet-to-Dry Transition: Planning at the Margins, W. Nicholaichuk and H. Steppuhn (Editors), Water Studies Institute, 8-9 November 1988, Regina, Saskatchewan, 163-174

Vandenberg, A., 1988. A digital simulation of moisture movement through a layered column of sand and AFBC solid waste: preliminary report, February 1987. [CS-88015] - 43 pp.

Vandenberg, A., 1988. A physical model of vertical infiltration, drain discharge and surface runoff for layered soils: preliminary report. NHRI Paper No.42, National Hydrology Research Institute, IWD Technical Bulletin No.161, Inland Waters Directorate, Saskatoon, Saskatchewan, 76 pp.

Wankiewicz, A., 1988. GEWEX - Global Energy and Water Cycle Experiment. Evaporation and Evapotranspiration Processes, F.J. Eley (Editor), Proceedings of Workshop, 20-21 May 1987, Saskatoon, Saskatchewan, Canadian Climate Centre Report No.88-2, Atmospheric Environment Service, National Hydrology Research Centre, Saskatoon, Saskatchewan, 94-95

Wankiewicz, A., 1988. Snowmelt observation by microwave satellite. AGU Fall Meeting, 6-11 December 1988,San Francisco, California, E⊕S, Transactions, American Geophysical Union, 69(44), 1 November, abstract, 1214

Warwick, W.F., 1988. Morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae as biological indicators of toxic stress. Toxic Contaminants and Ecosystem Health: a Great Lakes Focus, M.S. Evans (Editor), Advances in Environmental Science and Technology No.21, Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, Toronto, 281-320

Warwick, W.F., J. Fitchko, P.M. McKee, D.R. Hart and A.J. Burt, 1987. The incidence of deformities in *Chironomus* spp. from Port Hope Harbour, Lake Ontario. Journal of Great Lakes Research, 13(1), 88-92

Warwick, W.F. and N.A. Tisdale, 1988. Morphological deformities in *Chironomus, Cryptochironomus*, and *Procladius* larvae (Diptera: Chironomidae) from two differentially stressed sites in Tobin Lake, Saskatchewan. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 45(7), 1123-1144

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk and J.D. Beaton, 1988. Nitrogen fertilizer management for maximum economic yields of spring wheat in Southwestern Saskatchewan. Proceedings, Soils and Crops Workshop, 18-19 February 1988, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Vol.2, 309-321

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk and J.D. Beaton, 1988. Snow trapping and nitrogen fertilizer management for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. [CS-87048] - 17 pp.

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk and J.D. Beaton, 1988. Snow trapping and nitrogen management for zero tilled spring wheat in southwestern Saskatchewan. Proceedings, Great Plains Soil Fertility Workshop, Maximum Wheat Yield Production Symposium, March 1988, Denver, Colorado, Vol.2, 147-158

Publications and Reports of the Hydrometeorological Research Division

[HRD = Contributions of the Hydrometeorological Research Division]

Bauer, D.J. and L.E. Welsh, 1988. Frequency analysis of meteorological drought in the Saskatchewan portion of the South Saskatchewan River basin. [HRD-88-02] - 110 pp.

Eley, F.J., 1987. Current research needs in mountain hydro-meteorology. [HRD-87-01] - 68 pp.

Eley, F.J. (Editor), 1988. Proceedings of the Workshop on Evaporation and Evapotranspiration Processes, May 20 and 21, 1987, National Hydrology Research Centre, Saskatoon, Saskatchewan. [HRD-88-03] - 108 pp.

Eley, F.J. and R.G. Lawford, 1988. Potential climatic impacts of water transfers. Proceedings of the Symposium on Interbasin Transfer of Water: Impacts and Research Needs for Canada, W. Nicholaichuk and F. Quinn (Editors), NHRI Symposium No.1, National Hydrology Research Centre, Environment Canada and Canadian Water Resources Association, Saskatoon, Saskatchewan, 319-333

Kite, G.[W.], 1988. Analyzing NOAA satellite images from magnetic tape. [HRD-88-05] - 70 pp.

Kite, G.W., 1988. Calculating streamflow from natural salinity differences. Water for World Development, Proceedings, VIth IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, 222-231. Also - Abstracts, Paper No.410A8, 6th IWRA World Congress on Water Resources, 29 May - 3 June 1988, Ottawa, Ontario, Vol.2, 4 pp.

Lawford, R.G., 1988. Climatic variability and the hydrological cycle in the Canadian North: knowns and unknowns. Proceedings, Third Meeting on Northern Climate, Canadian Climate Program, 7-8 September 1988, Whitehorse, Yukon Territory, Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, 143-162

Lawford, R.G., 1988. Impacts of the 1988 drought in the Canadian Prairies. The Drought of 1988 and Beyond, Proceedings of a Strategic Planning Seminar co-sponsored with the National Academy of Science and Resources for the Future, October 18, 1988, Washington, D.C., National Climate Program Office/NOAA, Rockville, Maryland, extended abstract, 165-176 [HRD-88-16]

Lawford, R.G., 1988. An overview of the hydrometeorology of the Canadian portion of the western Cordillera. Abstracts for the AGU Fall Meeting, E⊕S, Transactions, American Geophysical Union, 69(44), 1 November, 1214

Lawford, R.G., 1988. Towards a framework for research initiatives involving the impacts of climatic variability and change on water resources in the Canadian Prairies. Symposium/Workshop Proceedings, The Impact of Climate Variability and Change on the Canadian Prairies, B.L. Magill and F. Geddes (Editors), 9-11 September 1987, Edmonton, Alberta, Alberta Climate Advisory Committee, Alberta Environment, Edmonton, Alberta, 275-306

Ripley, E.A., 1988. Drought prediction on the Canadian Prairies. [HRD-88-19] - 137 pp.

Strong, G., 1988. The prediction of meteorological hazards using artificial intelligence. Proceedings, International International Symposium on Cold Region Development (ISCORD '88), Y. Chen, Z. Yuan and J. Gao (Editors), 9-13 August 1988, Harbin, China, Vol.4, 324-333

Whiting, J. and E. Wheaton, 1987. The design of a western Canadian real-time system for integrated forecasting of basin specific floods and low flows. Contract No.01-SG KW504-6-1128, SRC Technical Report No.195, Publication E-905-6-B-87, Saskatchewan Research Council, Saskatoon, Saskatchewan. [HRD-87-02] - 108 pp.

Environment Canada Environnement

Centre national de recherche en hydrologie (C
anada). Rapport annuel
Date: 1988/89

DOFF

3004554E
EXC 1

Centre national de recherche en hydrologie

Rapport annuel 1988-1989

Environnement Canada Environment Canada

Canada

Institut national de recherche en hydrologie
Direction générale des eaux intérieures
Conservation et protection
Environnement Canada

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
ISSN N° 0843-5723

Imprimé au Canada sur du papier recyclé et du papier recyclable.

Table des matières

Centre national de recherche en hydrologie
Rapport annuel 1988 - 1989

Pour obtenir cette publication, s'adresser à la:

Division des liaisons et systèmes scientifiques
Institut national de recherche en hydrologie
11 boulevard Innovation
Saskatoon (Saskatchewan)
Canada S7N 3H5

Available in English on request

Institut national de recherche en hydrologie

Bureau de la direction 1
Division de l'hydrologie 3
Division des eaux souterraines 7
Division de l'écologie aquatique 11
Division de l'information scientifique 13
Division du soutien à la recherche 17
Division des services au personnel 21

Direction de la qualité des eaux

Division des services d'analyse 23

Service de l'environnement atmosphérique

Division de la recherche en hydrométéorologie 25
Bureau de l'inspection de la Saskatchewan 31

Publications et rapports 33

BUREAU DE LA DIRECTION

PERSONNEL

T.M. Dick
P. Richard (secrétaire)
V. Klemeš
A.D. Stanley

Tout comme en 1987-1988, le rapport annuel de 1988-1989 du Centre national de recherche en hydrologie comprend les rapports de toutes les unités opérationnelles regroupées dans le Centre. Outre l'Institut national de recherche en hydrologie (INRH), ces unités comprennent la Division de la recherche en hydrométéorologie, le Centre climatologique canadien, un laboratoire de la Direction de la qualité des eaux (Direction générale des eaux intérieures), et le Bureau de l'inspection de la Saskatchewan du Service de l'environnement atmosphérique. Ces rapports témoignent de la grande diversité des activités qui se déroulent dans le Centre.

Parmi les nombreux faits saillants qui ont marqué l'année, l'Atelier sur la sécheresse dans les Prairies a été l'un des plus importants – et des plus d'actualité. Cette réunion scientifique, coparrainée par l'INRH, la Division de la recherche en hydrologie et Agriculture Canada, portait sur le monitorage et la prévision des sécheresses. Quelque 90 chercheurs et gestionnaires de ressources hydriques ont assisté à cet atelier qui a eu lieu en octobre 1988, à la suite de la sécheresse de l'été, l'une des plus graves qu'ont connue les Prairies en trente ans.

Autre fait marquant, le reservoir pour l'analyse des formations aquifères à l'intérieur, est maintenant en place, et il valorisera les études de l'INRH de l'infiltration de l'eau dans les couches partiellement saturées. Le réservoir de 1,5 m de hauteur, permettra aux spécialistes des eaux souterraines, d'étudier en laboratoire l'infiltration de l'eau sans les distorsions expérimentales communes aux autres méthodes de laboratoire.

M. John Ribo, un chercheur spécialisé dans les eaux souterraines, s'est joint au personnel de l'INRH cette année, et a commencé à mettre au point un nouvel outil de recherche. Un des problèmes associés, depuis longtemps, à l'analyse des produits chimiques organiques est le coût élevé de l'analyse d'échantillons susceptibles de ne présenter aucun contaminant, même à l'état de traces. M. Ribo a recours à un système d'analyse appelé MICROTOX, qui compte sur l'utilisation de micro-organismes bioluminescents sensibles à la matière organique pour rejetter rapidement les échantillons inutiles. Les premiers résultats des tests sont encourageants.

Avec l'arrivée de deux autres scientifiques, Marlene Evans et Richard Robarts, l'INRH compte maintenant sur des experts en écologie des systèmes lacustres. Avec le concours de Michael Arts, un chercheur-boursier postdoctoral, les deux experts ont entrepris de nouvelles études sur l'eutrophisation des lacs de la Saskatchewan, un domaine de recherche négligé dans le passé mais qui revêt une grande importance sur le plan de la gestion des ressources hydriques dans l'environnement semi-aride des Prairies.

Alan Stanley, un conseiller en planification, s'est également joint au personnel de l'INRH. Il a joué un rôle de chef de file dans les efforts de l'Institut visant l'élaboration d'objectifs et de stratégies à long terme.

Les activités de l'INRH dans le domaine des communications avec l'extérieur ont été appuyées cette année par la création de la Division de l'information scientifique, sous la direction de Simon Ommanney. Cette nouvelle division constitue une consolidation des programmes d'information de l'INRH avec l'extérieur, y compris ceux des publications, du soutien graphique et de la bibliothèque. La création d'un nouveau poste d'agent des communications à Saskatoon par la Direction générale des communications du Ministère, vient également renforcer les programmes de communications de l'INRH avec l'extérieur et ceux du Centre dans son ensemble.

La Division de l'information scientifique est responsable des ateliers et des symposiums nationaux et internationaux, un domaine dans lequel l'INRH participe de plus en plus. De telles rencontres jouent un rôle essentiel dans l'avancement et l'application des sciences puisqu'elles assurent un moyen direct pour disséminer l'information. Au cours de la prochaine année financière, l'INRH tiendra trois importantes réunions dont les thèmes seront la contamination des eaux souterraines, le delta du Mackenzie, et les applications de la télédétection en hydrologie. Deux autres rencontres prévues pour l'été 1990

sont en cours de planification: un symposium sur l'hydrologie du Nord et un autre sur les réseaux aquatiques dans les régions semi-arides.

Sur le plan administratif, l'INRH a mis en oeuvre un nouveau programme de recyclage de papier. Pour que l'environnement redevienne un milieu sain et qu'il retrouve sa vitalité, chacun doit faire sa part dans la conservation des ressources, et Environnement Canada devrait servir d'exemple à cet égard. Le papier recyclable de l'INRH -- blocs-notes, papier à lettres, papier journal et imprimés d'ordinateurs -- est fourni à un organisme local, à but non-lucratif, qui le trie avant de le vendre à des courtiers en papier.

Les Canadiens accordent actuellement une grande importance aux problèmes environnementaux. Cette préoccupation renforce la volonté de l'INRH de fournir au Canada les compétences dont il a besoin pour y trouver une solution.

SCIENTIFIQUE PRINCIPAL

À titre de scientifique principal de l'INRH, Vít Klemeš s'est surtout attaché, cette année, à alerter la communauté internationale des hydrologistes aux problèmes hydrologiques causés par une augmentation rapide, tant en intensité qu'en volume, des interventions humaines auprès de la nature.

En ces temps de perturbations environnementales, les principaux problèmes que doivent affronter les hydrologistes sont les suivants: le manque de continuité des dossiers hydrologiques, la non-linéarité des réactions hydrologiques, l'hydrologie des grands systèmes continentaux et globaux, le changement dans les liens entre l'hydrologie et la gestion des ressources hydriques, la nécessité d'accorder plus d'importance aux processus géophysiques, biophysiques et écologiques en hydrologie, et la nécessité d'apporter des changements dans les cours de formation en hydrologie pour résoudre ces nouveaux problèmes.

En tant que président de l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH), M. Klemeš a soulevé ces problèmes aux hydrologistes, dans le cadre d'un vaste programme de conférences qu'il a données au Japon, en Chine, en Tchécoslovaquie, en Espagne, aux États-Unis et au Canada, et aux symposiums internationaux où il a été invité à titre de conférencier principal, en y instaurant de nouvelles mesures pertinentes par l'entre-mise de l'AISH ainsi que par l'atelier qu'il a organisé sur les séries temporelles géo-physiques et les changements climatiques.

Les recherches de M. Klemeš ont surtout porté sur les problèmes de la non-linéarité des réactions hydrologiques des grands bassins, notamment sur la reconnaissance de la non-linéarité à partir de données hydrologiques courantes.

Division de l'hydrologie

Un des plus importants défis que doit relever le Canada est de se préparer aux changements climatiques. Dans l'ensemble, le réchauffement de la Terre fait l'objet d'un consensus: des concentrations de gaz radiatifs actifs comme le dioxyde de carbone, les CFC, le méthane et autres s'accumulent dans l'atmosphère terrestre emprisonnant de la chaleur. Certains scientifiques ont prédit que les températures moyennes de l'hémisphère nord s'élèveront de 3 à 5°C au cours des cinquante prochaines années.

Des changements de cette ampleur et de cette rapidité, auront des répercussions considérables sur le cycle de l'eau au Canada. De nouvelles pressions majeures s'exerceront sur la quantité d'eau disponible, la qualité de cette eau et les réserves d'eau. Les schémas des précipitations, de l'évaporation et du ruissellement seront aussi susceptibles aux changements.

La Division de l'hydrologie cherche à mieux comprendre les processus qui seront les plus touchés par les changements climatiques. De nombreux aspects du cycle de l'eau sont mal connus et doivent faire l'objet de recherches afin de prévoir les changements qu'entraînera le réchauffement du climat.

La Division se penche sur toute une gamme de questions touchant à l'hydrologie, notamment les ressources hydriques des Prairies, des montagnes et du Nord. Les études sur l'hydrologie des Prairies portent principalement sur la gestion de la neige, la télédétection de la couverture de neige, les effets de l'irrigation sur les systèmes hydrologiques, et l'évaporation. Tous ces aspects soulèvent de vives préoccupations dans les Prairies, où la rapidité du ruissellement printanier et les conditions climatiques semi-arides font de l'eau une ressource rare et précieuse.

Les travaux sur l'hydrologie alpine comprennent des études en glaciologie clarifiant la phase solide du cycle de l'eau et sa réaction aux changements climatiques. Les recherches menées dans la chaîne côtière et dans les Rocheuses ont recueilli des données sur les changements du volume d'eau emprisonnée dans les glaciers. L'analyse des gaz atmosphériques piégés dans les couches des glaciers, révèle des fluctuations climatiques historiques remontant à 300 ans ou plus.

L'écosystème fragile du nord du Canada sera sérieusement touché par les changements climatiques et les développements économiques. On observe des conditions tellement différentes dans le Nord que les modèles actuels, mis au point pour le sud, ne peuvent être utilisés. Les hydrologistes du INRH mènent des recherches sur divers processus tels que les débâcles et les embâcles sur la rivière Liard et le fleuve Mackenzie, et sur les lacs du delta du Mackenzie. Le refoulement des eaux, attribuable aux embâcles, entraîne fréquemment l'inondation de Fort Simpson (Territoires du Nord-Ouest) et d'autres collectivités septentrionales. L'hydrologie et les régimes des lacs du delta du Mackenzie sont sérieusement touchés par des fluctuations dans les niveaux d'eau du fleuve. La Division planifie la tenue d'un symposium important en juillet 1990 sur l'hydrologie du Nord, afin d'orienter ses projets de recherche ultérieurs.

TÉLÉDÉTECTION AUX MICRO-ONDES

Les techniques de la télédétection sont appliquées à l'étude de la couverture de neige des Prairies et servent à déterminer l'influence qu'exerce la structure de la neige sur les caractéristiques d'absorption et de réflexion des signaux électromagnétiques. Nous pouvons maintenant calculer les constantes diélectriques de divers échantillons de neige naturelle et artificielle à l'aide d'une vaste gamme de variables indépendantes, par suite de l'étalonnage réussi de cellules capacitives servant à mesurer l'eau présente dans la neige. Notre modèle modifié de télédétection aux micro-ondes simule les émissions de jusqu'à trois couches et cinq surfaces différentes de terre, d'eau, de glace et de neige.

En incorporant la durée de la couverture de neige dans l'algorithme de l'équivalent en eau de cette couverture, nous avons mis au point une méthode tenant compte de la structure de la neige, ce qui pourrait

PERSONNEL

W. Nicholaichuk
T.D. Prowse
S.C. Bigras
H.A.M. Chew
M.N. Demuth
S. Fogarasi
G. Holdsworth
B.C. Kenney
P. Marsh
K.D. Morin (secrétaire)
O. Mokievsky-Zubok
R.I. Perla
A.C. Wankiewicz

accroître la précision des mesures de la couverture de neige. Nous avons également démontré que le ruissellement printanier peut être estimé à partir des observations aux micro-ondes du satellite Nimbus-5 pour les montagnes, les piémonts, les plateaux et les plaines de l'ouest du Canada. Les prévisions sont aussi précises que celles obtenues à l'aide de la méthode classique de mesure au sol du profil de neige.

ÉCOULEMENT RESTITUÉ DE L'IRRIGATION

La plupart des pertes d'herbicide (MCPA, dicamba, diclofop et 2,4-D) d'un champ agricole typique, irrigué par arrosage à la raie, se produisent au cours de l'évacuation de l'eau de drainage. L'intervalle des concentrations étudiées, était inférieur aux limites de la CL50 de 10 g/L pour les invertébrés aquatiques (EPA des États= Unis, 1983). Pour ce qui est des quantités utilisées, toutes étaient inférieures à 1 pour 100 de la CL50, ce qui se compare aux quantités observées dans le ruissellement printanier provenant des champs agricoles. La quantité d'éléments nutritifs perdus était également faible et était comparable aux ruissellements catastrophiques de l'eau de pluie provenant des champs agricoles arides. Ces observations sont tirées d'une étude triennale (financée en vertu de l'Entente Canada-Saskatchewan sur le développement agricole) sur la détermination des pertes d'herbicide, d'éléments nutritifs et d'eau.

GESTION DE LA NEIGE ET INFILTRATION DE L'EAU DE FONTE

Comparativement à ce qui se produit dans un sol non perturbé et non fracturé, l'infiltration de l'eau de fonte dans les sols travaillés et naturellement fissurés, est de deux à trois fois supérieure à celle de l'équivalent en eau de la neige. Cette conclusion ainsi que l'analyse de modèles, portent à croire qu'un sous-solage à une profondeur de 500 mm et à des espacements de 0,9 à 1,3 m, augmenterait efficacement la quantité d'eau de fonte dans les sites où le chaume est utilisé dans la gestion de la neige.

DONNÉES CLIMATIQUES INDIRECTES TIRÉES DE CAROTTES DE GLACE

L'analyse des données provenant des carottes de glace du mont Logan (103 m) se poursuit. Parmi les principaux résultats de cette analyse, on compte la découverte suivante: au cours des essais des armes nucléaires dans l'atmosphère, les teneurs en nitrate de la neige ont été modulées par les détonations de ces armes. D'autres concentrations de pointe du nitrate sont associées aux phénomènes volcaniques et à la fumée provenant des incendies de forêt. Les concentrations de fond sont restées inchangées au cours des 300 dernières années, ce qui dénote qu'il n'y a eu aucune pollution anthropique par le nitrate aux niveaux moyens de la troposphère au Yukon. Cette constatation s'applique également aux sulfates, dont les concentrations élevées sont principalement dues aux phénomènes volcaniques.

Une série temporelle de l'accumulation de neige a été dérivée pour le site et elle indique que les précipitations sont modulées par les phénomènes d'oscillation méridionale El Niño, le cycle solaire et certains processus se déroulant à des fréquences plus basses. Il est à souligner que l'on a découvert l'existence de téléconnexions entre cette série temporelle et celles d'autres régions tel qu'au Japon.

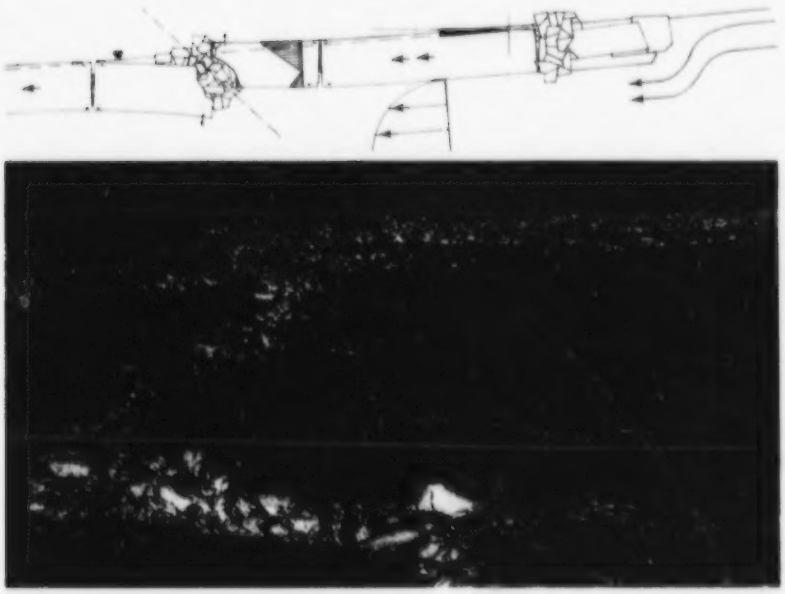
Labourage afin d'améliorer l'infiltration de l'eau de fonte

RECHERCHES EN GLACIOLOGIE

On a recueilli des données sur le bilan de masse hivernal et estival des glaciers Sentinel, Helm et Place. Le réseau du bilan de masse a été rétabli, en collaboration avec B.C. Hydro, pour les glaciers Tiedemann et Bench situés dans le bassin de la rivière Homathko, et le bilan hivernal a été mesuré dans la deuxième moitié du mois de mai. Pour ce qui est du bilan de l'année 1988, le changement massique spécifique de l'équivalent en eau des trois glaciers était le suivant: Sentinel, +0,45 m; Place, -0,97 m; et Helm, -0,15 m. Encore une fois le glacier Sentinel tirait de l'eau du bassin alors que les deux autres perdaient une partie de l'eau emmagasinée.

INTERACTIONS DANS LE DÉBIT DES COURS D'EAU

Une étude de l'impact de différents régimes d'écoulement sur le taux de croissance des algues et sur la rétroaction biologique de celles-ci a été conçue pour l'appareil expérimental à auges, installé à Chase (Colombie-Britannique). Des différences marquées (un ordre de grandeur) ont été observées dans la biomasse accumulée d'algues pour différents régimes d'écoulement, et elles semblent dues uniquement à des différences dans les régimes physiques de l'écoulement.



Front de débacle des cours d'eau, rivière Mackenzie (T.N.-O.)

RUISSELLEMENT DE L'EAU DE FONTE DANS LES BASSINS À PERGÉLISOL

Des recherches ont été menées sur les processus de ruissellement de l'eau de fonte tant dans la région du delta du Mackenzie que dans les îles du Haut Arctique. Les travaux ont porté principalement sur le mouvement de l'eau à travers la couverture de neige, l'infiltration de l'eau de fonte dans les sols gelés, et les flux de matières dissoutes à travers la neige. Dans le delta du Mackenzie, on a découvert que le sol gelé présentait une grande capacité d'infiltration, de sorte que le ruissellement de l'eau de fonte était presque nul. Ce phénomène est inhabituel dans un milieu à pergélisol et a des répercussions importantes sur l'hydrologie des lacs du delta. Les résultats des travaux font également ressortir l'importance de l'infiltration dans la limitation du ruissellement de l'eau de fonte dans certaines circonstances, et le rôle joué par le regel dans la libération des matières dissoutes de la couverture de neige. Ceci est important afin de comprendre le processus de libération des polluants de la couverture de neige.

DÉBÂCLE PROGRESSIVE DES COURS D'EAU

Pendant la période de la fonte, la résistance de la glace des cours d'eau peut subir des changements significatifs qui détermineront en partie la gravité de la débâcle. À cause de la faiblesse de la glace pendant cette période, il est obligatoire d'effectuer des tests de résistance sur place, mais ceux-ci sont plutôt rares. La résistance, mesurée à l'aide d'un cadre de pression par unité de surface, a décru d'environ 50 pour 100, à un rythme de 0,4 MPa/d ou de 0,07-0,08 $MPa/MJm^{-2}d^{-1}$. L'ampleur et l'importance relative des flux de chaleur atmosphérique (air-glace) et hydrothermique (eau-glace), par rapport à des couvertures de glace intactes et fragmentées des cours d'eau, ont été étudiées pour une débâcle thermique. Dans le cas de la rivière Liard, les sources atmosphériques ont dominé pendant la période où la couverture de glace était intacte. Les rayonnements ont constitué la principale source de chaleur, mais leurs effets ont été réduits par une granulation de la colonne de glace en décomposition, qui a accru son albédo jusqu'à celui de la neige fondante. L'apport de la chaleur hydrothermique, même avec le frasil entraîné avec le débit, était comparable à

celui des sources atmosphériques dans des conditions de fonte peu marquée. Le flux de la chaleur hydrothermique s'est accru de façon significative avec l'arrivée du front de débâcle à cause d'une élévation rapide de la température de l'eau et d'une augmentation dans la rugosité de la glace sous la surface. Une rugosité supérieure en surface et un albédo plus bas de la glace fragmentée ont également augmenté les flux de chaleur atmosphérique, mais ceux-ci étaient faibles comparativement à l'apport de chaleur hydrothermique près de la limite frontale de l'eau libre.

HYDROLOGIE DU DELTA DU MACKENZIE

Le régime hydrologique des lacs du delta du Mackenzie est principalement déterminé par la hauteur des seuils lacustres et le niveau de l'eau dans les chenaux de distribution du fleuve Mackenzie. Les fluctuations du régime ont des répercussions notables sur l'eau, les sédiments et l'équilibre des éléments nutritifs des lacs du delta et, donc, sur leur régime biologique. L'aménagement de centrales électriques, les changements climatiques ou la hausse du niveau de mer pourraient modifier le régime hydrologique du fleuve Mackenzie.

L'évaporation est une composante importante du bilan d'eau des lacs du delta du Mackenzie. Une étude microclimatologique quinquennale a révélé que l'évaporation des lacs varie de 200 à 387 mm par été, qu'elle a toujours été supérieure aux précipitations estivales et, parfois, aux précipitations annuelles. Les mesures varient d'un lac à l'autre, mais elles diffèrent considérablement des cartes normalisées de l'évaporation du Canada septentrional.

Comme les lacs du delta reçoivent peu d'eau de ruissellement des bassins environnants, ceux qui ne sont pas inondés par le fleuve Mackenzie voient leur niveau d'eau baisser. Si les inondations deviennent moins fréquentes, les lacs s'assécheront complètement. Ceci aurait des répercussions très importantes sur l'hydrologie des lacs du delta du Mackenzie si le débit des eaux du fleuve était régularisé.

Vue aérienne des lacs du delta du Mackenzie (T.N.-O.)

Division des eaux souterraines

Les polluants chimiques constituent une préoccupation environnementale majeure, mais on ne comprend pas bien leur étendue et leur nature, particulièrement dans les Prairies où la contamination des ressources hydriques peut avoir des répercussions graves. Les scientifiques de l'INRH étudient le mode de pénétration des contaminants dans l'environnement, de même que les produits et les processus de leur désintégration. Pour nous assurer une utilisation prolongée des ressources hydriques, nous devons comprendre les liens entre les diverses composantes de l'environnement pour pouvoir atténuer les effets des polluants.

LES PESTICIDES DANS L'EAU SOUTERRAINE

L'INRH a établi, dans l'ouest du Canada, plusieurs stations d'études sur le terrain, où les conditions du milieu naturel combinées à l'utilisation de pesticides risquent d'entraîner le pire cas de contamination de l'eau souterraine. Ces stations sont situées à Abbotsford et à Osoyoos (Colombie-Britannique), à Taber (Alberta), et à Nokomis et à Outlook (Saskatchewan). D'après les résultats préliminaires des études, il n'existe pas de preuve quant à la présence d'un problème généralisé de pollution des eaux souterraines par les pesticides dans les Prairies, où les précipitations sont faibles, mais tout semble indiquer qu'il existe un problème en Colombie-Britannique, où le climat est plus humide. Les pratiques d'irrigation ne semblent pas influer sur l'incidence de la contamination. Toutefois, on ne connaît pratiquement rien du devenir des pesticides entre la limite de la zone racinaire et la nappe d'eau souterraine. L'absorption des pesticides et leur désintégration en d'autres composés par l'action chimique et microbiologique, comptent parmi les processus possibles, et les effets relatifs de ceux-ci feront l'objet de recherches ultérieures.

On a eu recours au Système d'information géographique (SPANS) du Service canadien de la faune pour produire une série de cartes et un rapport faisant ressortir la vulnérabilité relative d'une région du sud-ouest du Manitoba et du sud-est de la Saskatchewan, à la contamination des eaux souterraines par les pesticides. Il semble que le SPANS est une méthode viable et économiquement pratique pour les évaluations régionales de ce type de contamination.

LES CONTAMINANTS ORGANIQUES DANS L'EAU SOUTERRAINE

Avec l'acquisition du système MICRO-TOX, l'INRH a franchi un pas important cette année dans la réduction des coûts élevés que supposent les analyses fiables et reproductibles des contaminants préoccupants (et de leurs produits de désintégration possibles) à des concentrations très faibles. La technique du MICROTOX compte sur la réaction de micro-organismes bioluminescents sensibles à de faibles concentrations de contaminants chimiques, et pourrait constituer un moyen peu coûteux de dépistage rapide des échantillons ne renfermant aucun contaminant ou présentant des concentrations insignifiantes de contaminants. Le nombre d'échantillons devant être soumis à des analyses chimiques classiques (chromatographie en phase gazeuse, spectromètre de masse ou autre technique équivalente), coûteuses et souvent peu fiables, pourrait être jusqu'à dix fois moins élevé grâce au MICROTOX.

On a entrepris un programme intensif pour évaluer la capacité du système MICROTOX vis-à-vis des centaines de différents produits chimiques, utilisés seuls ou en combinaison. Ce programme se poursuivra en 1989-1990 en utilisant des échantillons d'eau souterraine provenant de stations disséminées dans tout le pays. Un appareil classique d'analyse par chromatographie en phase gazeuse et par chromatographie liquide à haut rendement a également été acquis et il sert à identifier des contaminants connus.

ACIDITÉ DE L'EAU D'EXHAURE DES MINES

Les premières recherches effectuées à la mine du mont Washington (Colombie-Britannique) ont permis de prendre de nouveaux aperçus entre les liens de la

PERSONNEL

J.A. Gilliland
L.M. Johnston
G.D. Grove
H.D. Craig
C.A. Fabbro (secrétaire)
Y.T.J. Kwong
D. McNaughton
J. Ribo
K.J.D. Ridley
A. Vandenberg

formation d'acide et ses effets sur et par les minéraux présents dans les terrils, ce qui offre des perspectives emballantes quant à la surveillance de la formation d'acide au mont Washington et ailleurs. Le nouveau microscope électronique à balayage et le diffractomètre à rayons X acquis récemment par l'INRH, ont été d'une aide inestimable pour cette étude.

PERGÉLISOL

Comme les régions à pergélisol du Canada pourraient être sérieusement touchées par les changements climatiques à long terme, elles peuvent constituer l'un des indicateurs les plus sensibles à ces changements. Les recherches sur le terrain ont été limitées à la zone discontinue de pergélisol de la région de High Level (Alberta), où l'on prévoit que les répercussions possibles des changements climatiques seraient sévères.

Les résultats préliminaires des recherches semblent confirmer une tendance au réchauffement à long terme dans la zone discontinue de pergélisol. D'après les relevés effectués, la température du sol le long de la principale route nord-sud de l'Alberta s'est maintenue à un degré plus élevé que celle mesurée il y a vingt ans par la Commission géologique du Canada. Les isothermes (et la limite du pergélisol discontinu par conséquent) semblent s'être déplacés d'une centaine de kilomètres vers le nord depuis ce temps. Si ces résultats sont confirmés, la température du pergélisol pourrait servir d'indicateur de changement climatique.

RÉSERVOIR POUR L'ANALYSE DE FORMATIONS AQUIFÈRES À L'INTÉRIEUR

Ce très grand réservoir expérimental peut assurer un contrôle précis des entrées et des sorties d'eau, et il est muni de nombreuses ouvertures servant à l'échantillonnage de l'eau et du sol. Il a été conçu pour servir d'installation polyvalente lors de recherches hydrogéologiques et hydrogéochimiques effectuées sur divers matériaux provenant d'aquifères et ce, en milieu très contrôlé. À cause de sa taille (4,6 m de hauteur et 2,44 m de diamètre), il évite la plupart des problèmes associés aux colonnes expérimentales plus petites ainsi que ceux attribués au contenant lui-même et à la perturbation des échantillons.

Le réservoir a été officiellement mis en service en 1988-1989; il a été rempli de sable prélevé des environs pour servir d'aquifère. Les essais préliminaires ont démontré que tous les principaux critères de conception et d'exploitation avaient été respectés.

Toutefois, ces tests préliminaires ont aussi démontré que la concentration de sulfate dissous variait considérablement avec la profondeur du réservoir et que l'eau, du fond du réservoir, était devenue anoxique. Ces effets inattendus seraient dus à des processus microbiologiques, probablement attribuables à des bactéries réductrices du soufre présentes dans le matériel servant d'aquifère. La nature de ces processus microbiologiques (supposés) fera l'objet de recherches en 1989-1990.

Les premières expériences menées dans le réservoir visaient l'évaluation des effets, sur l'eau souterraine, de l'élimination de déchets de combustion atmosphérique sur lit fluidisé (CALF). Les déchets CALF ont cette particularité d'être fortement exothermiques en milieu hydraté (ils renferment un pourcentage élevé de chaux vive). Le chargement sécuritaire des déchets dans le réservoir a soulevé des préoccupations, mais une série d'essais réalisés, à une échelle de plus en plus grande, a permis aux chercheurs d'obtenir les renseignements voulus pour procéder en toute sécurité.

ÉLIMINATION D'EAU USÉE EN PUITS PROFOND

Des données continues sur la pression de fond, recueillies au puits d'élimination de l'installation pour déchets spéciaux de Swann Hills, ont été utilisées dans la mise à l'essai du modèle du Conseil de recherches de l'Alberta. Ce modèle a fourni des prévisions raisonnables sur les effets de l'injection d'eau usée dans un puits, mais il a démontré qu'il fallait pouvoir compter sur une base de données appropriées, sur des paramètres hydrogéologiques d'un site et sur des données adéquates de monitorage pour étalonner le modèle avant de l'utiliser à des fins prévisionnelles. On a l'intention d'améliorer la qualité des données de monitorage afin de pouvoir prévoir de façon plus assurée, les effets de l'élimination d'eau usée en puits profond dans les régions de l'Alberta, où l'on trouve des sables bitumineux et du pétrole lourd.

TRANSPORT À DISTANCE DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Des progrès marquants ont été accomplis dans la compréhension des mécanismes qui atténuent les effets des précipitations acides dans les réseaux d'eau souterraine. Alors que les études antérieures visaient plutôt la phase aqueuse, les analyses de l'année dernière ont porté sur les matériaux de carottes de sondage et ont été effectuées à l'aide du microscope électronique à balayage et du nouveau diffractomètre à rayons X. La chimie de l'eau souterraine de la zone peu profonde est déterminée en grande partie par celle des précipitations. On observe des baisses à court terme du pH en réaction à des phénomènes de charge acide. Pendant que le pH décroît, la concentration du K^+ s'accroît. Ce processus résulterait d'une altération accrue des alumino-silicates, et particulièrement du K- feldspath, pendant les principaux phénomènes de précipitation. Il semble que les carbonates présents à l'état de trace dans le sous-sol peu profond, ne suffisent pas à contrebalancer les phénomènes de charge acide.

Prélèvement d'échantillons de sol

ÉTUDE DES SITES D'ENFOUISSEMENT

Cette étude porte sur le transport des contaminants dans les environs de sites d'enfouissement choisis de l'ouest du Canada, l'accent étant mis sur les caractéristiques géologiques et sur d'autres conditions particulières de l'Ouest canadien. Un programme préliminaire de forage a été entrepris au site d'enfouissement de la ville de Regina en janvier 1989. Un programme complémentaire semblable a pris fin au site d'enfouissement de Saskatoon. Des piézomètres, des lysimètres à succion et deux puits à plus grand diamètre, ont été mis en place et des échantillons de sol ont été prélevés. L'analyse de ces échantillons se poursuit.

Des perméamètres spécialisés à deux anneaux, servant à déterminer la conductivité hydraulique des sols pour ce qui est des lixiviats et de l'eau et, en fonction de différents gradients hydrauliques, ont été conçus et construits à l'INRH. On a évalué le concept de perméamètres de deuxième génération qui permettraient au système de confinement d'accroître par incréments, le stress de confinement du matériel de séparation. Des réacteurs/perméamètres biologiques servant à l'étude de l'accumulation dé la biomasse dans les couches de sable, ont été conçus et construits.

Division de l'écologie aquatique

PERSONNEL

M.L. Bothwell
M.S. Evans
T.A. Jackson
R.A. Kirkland
R.D. Robarts
C.A. Fabbro (secrétaire)
W.F. Warwick

La Division de l'écologie aquatique s'occupe principalement des répercussions de divers types de changements environnementaux -- concentrations d'éléments nutritifs, contamination, variabilité climatique, par exemple -- sur les écosystèmes aquatiques. Au cours de la dernière année, les activités de la Division se sont accrues avec l'arrivée des scientifiques, Marlene Evans et Richard Robarts; les projets à venir comprendront des études plus poussées des niveaux trophiques des systèmes lacustres.

RELEVÉ LIMNOLOGIQUE

Un relevé limnologique de dix-sept lacs, allant de lacs d'eau douce à des lacs hypersalins, a été mené à l'automne 1988. Cette étude servira de base à un nouveau programme de recherche sur la limnologie des Prairies. Les paramètres physiques et chimiques qui ont été mesurés, sont les suivants: température, oxygène, turbidité, chlorophylle et phaeophytine, carbone particulaire totale, azote, phosphore, phosphore dissous, orthophosphates et nitrates/nitrites. Le benthos, le périphyton (algues) et le zooplancton ont constitué les échantillons biologiques. On a examiné des échantillons de zooplancton afin de déterminer la composition et l'abondance par espèce, et des dénombrements plus poussés seront effectués ultérieurement. Les échantillons de benthos ont été examinés à un nombre limité de stations. Les échantillons de périphyton ont été expédiés au Center for Great Lakes and Aquatic Sciences d'Ann Arbor, au Michigan, pour un examen taxinomique. Des carottes sédimentaires ont été prélevées aux lacs Deadmoose, Waldsea et Redberry, et seront sectionnées pour examiner les fossiles de zooplancton, de benthos et les vestiges d'algues qu'elles peuvent contenir.

Deux lacs feront l'objet d'études limnologiques approfondies au cours de l'année financière 1989-1990. Il s'agit du lac Humboldt, un lac peu salin hypereutrophisé, et du lac Redberry, un lac salin peu productif. Deux autres plans d'eau, soit le lac Lenore (peu salin et modérément productif) et le lac Basin (salin et modérément productif) seront également étudiés mais moins fréquemment. Des recherches porteront sur les facteurs influant sur la qualité de l'eau et la productivité et les réserves énergétiques dans le zooplancton de ces lacs. Les lacs Redberry et Humboldt ont été échantillonnés au cours de deux relevés limnologiques effectués en hiver tandis que les lacs Basin et Lenore n'ont été échantillonnés qu'une seule fois.

ÉTUDE DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS DES COURS D'EAU

Les travaux menés récemment à l'aide de l'appareil expérimental à auges, à l'INRH installé à Chase (Colombie-Britannique), ont révélé que la croissance des algues dans des cours d'eau, est une fonction des teneurs en phosphore, mais qu'au-delà de concentrations relativement basses de l'enrichissement en phosphore, on n'observe plus aucun effet notable. Cette conclusion a des répercussions importantes tant sur le plan de l'établissement d'objectifs de qualité de l'eau des rivières du Canada que sur les règlements touchant à la pollution par les éléments nutritifs.

L'étude que nous nous proposons d'entreprendre sur les effets des éléments nutritifs sur la rivière Thompson se fera en deux temps. La première partie, étalée sur deux à trois ans, portera sur l'état actuel de la rivière: on déterminera jusqu'à quel point les concentrations de phosphore diminuent en aval et on mesurera les effets de ces changements sur la production d'algues. La deuxième partie de l'étude portera sur l'ensemble de la rivière et sera entreprise à la fin de la première partie. La construction de la station de recherche témoin, à Kamloops nord, et les modifications au laboratoire sont maintenant terminées. La construction de l'installation prototype pour le cours inférieur de la rivière Thompson, est en cours.

ACCUMULATION DE MÉTAUX LOURDS DANS LE PLANCTON ET LES SÉDIMENTS ET LA BIOGÉOCHIMIE DES MÉTAUX LOURDS

Des échantillons de sédiments et de plancton ont été prélevés dans huit lacs près de Flin Flon (Manitoba) et préparés en vue de leur étude. Les analyses des sédiments ont porté sur le mercure total, le méthylmercure et les sulfures; dans le cas du plancton, les analyses ont porté sur le cuivre, le cadmium et le zinc. Les analyses chimiques d'organismes planctoniques particuliers et de l'eau sont terminées, et les résultats seront interprétés en 1989-1990. Grâce à ces études, on pourra déterminer la répartition de certains métaux lourds, évaluer leurs effets sur l'activité microbienne et faire des recherches sur les différents processus géochimiques et facteurs environnementaux influant sur la méthylation et la déméthylation du mercure.

EFFETS DES PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES SUR LES ÉCOSYSTÈMES D'EAU DOUCE

On accorde maintenant plus d'importance aux techniques réalistes d'essais biologiques de toxicité aiguë et chronique dans l'évaluation des effets de composés chimiques de plus en plus complexes. L'étude des difformités morphologiques de la larve de la cécidomyie (diptère: Chironomidae) constitue l'une des techniques mise au point en vue de l'évaluation des effets chroniques à long terme des contaminants sur les écosystèmes d'eau douce. Les techniques opérationnelles d'évaluation des difformités des larves de *Chironomus* et de *Procladius* ont beaucoup progressé.

Appareil expérimental à auges, Chase (C.-B.)

Division de l'information scientifique

PERSONNEL

C.S L. Ommanney
P.K. Gregory
B.J. Doell
L.E. Watson
D. McKnight
P. Trischuk (secrétaire)

T. Ashfield
(Direction des communications)

En créant la Division de l'information scientifique en avril 1988, on a voulu s'assurer d'une plus grande diffusion des programmes de recherche de l'INRH et du Centre auprès de la communauté scientifique, des représentants du gouvernement et du public -- par l'entremise de publications, de conférences, d'expositions et des médias, etc. Cette division englobe maintenant la bibliothèque, le système d'information sur la neige et la glace, et la Section du soutien graphique. Parmi les faits saillants de l'année dernière, mentionnons la publication du rapport annuel de 1987-1988 de l'INRH, diffusée à raison de 1 250 exemplaires en anglais et de 250 en français, et la publication des Notes du CNRH, un bulletin trimestriel distribué à plus de 9 000 exemplaires aux échelons national et international.

Il faut également souligner la nomination de Trevor Ashfield au poste d'agent des communications et sa contribution marquante à l'élaboration du programme de communications de l'INRH.

RAPPORTS ET PUBLICATIONS

Au cours de sa première année, la Division a consacré une grande partie de ses énergies à la compilation et à la vérification de listes de rapports et à la constitution d'une liste d'adresses pour la diffusion d'information sur ces rapports et sur les symposiums, les conférences et les ateliers. Cinquante-neuf rapports ont été inscrits sur la liste de 1987 et quatre-vingt= treize, sur la liste de 1988. Grâce au concours du Secrétariat d'État, des résumés de ces rapports ont été produits dans les deux langues officielles. Ces rapports sont regroupés dans la collection des Contributions de l'INRH. Une autre collection, celle des Rapports rédigés sous contrat, compte quatre documents pour 1988, et celle des Symposiums comprend un seul document, soit le compte rendu du symposium sur le transfert de l'eau interbassin. Enfin, la collection des Rapports d'étape internes, qui n'est pas destinée à une diffusion générale, compte quatre rapports pour 1987 et dix pour 1988. Une autre collection, celle des Rapports de l'INRH, est publiée avec le concours de la Division des publications et de la correction-rédaction de la Direction générale des eaux intérieures (DGEI), à Ottawa.

La Division contribue à la publication de tous ces documents, qu'il s'agit de la simple attribution d'un numéro ou de la révision et de la production des documents. Une liste complète des rapports de 1988 apparaît à la fin du présent rapport annuel, de même que les titres de 1987 omis dans le rapport annuel précédent.

On est en train de constituer une autre collection, celle des Rapports scientifiques. Elle comprendra des documents traitant de grands sujets d'intérêt général et faisant souvent la synthèse des connaissances actuelles, qui ne sont normalement pas traitées dans la documentation scientifique courante. Le premier de ces rapports, un survol de la recherche sur l'hydrologie du Nord, est déjà en préparation. Il comprendra des chapitres rédigés par différents spécialistes de l'hydrologie de la glace flottante, des glaciers, de la neige, du pergélisol, de l'eau souterraine, de la qualité et de la gestion de l'eau, de même qu'un bilan régional de l'énergie et de l'eau. À la fin de l'année financière, environ la moitié des chapitres avaient déjà été reçus et leur révision avait commencé. Le deuxième rapport scientifique, un guide sur la glace de rivière produit par le sous-comité de l'CNRH de la glace de rivière, est également en chantier.

Parmi les autres travaux de la Division, mentionnons la préparation de rapports sur les activités scientifiques de l'INRH pour l'Association canadienne des géographes et la Société internationale de glaciologie, du Bulletin canadien de géophysique du rapport annuel de la Loi sur les ressources en eau du Canada; la préparation de rapports généraux et particuliers sur les programmes scientifiques de l'INRH; des rapports d'étape trimestrielle; et le rapport annuel de l'année dernière.

Un local devant servir à la préparation des rapports et à leur diffusion a été aménagé pour la Division, et fonctionne bien.

La Section a été très occupée à répondre à des demandes accrues d'information -- environ 500 l'année dernière -- venant

de l'industrie privée et de tous les paliers de gouvernement, tant du Canada que de l'étranger.

Les listes d'adresses n'ont pas cessé de s'allonger et, en décembre 1989, une base de données d'au moins 5 000 noms sera constitutée. On pourra dresser des répertoires à partir de celle-ci pour l'envoi des Notes du CNRH, du rapport annuel, de documents sur les symposiums, les conférences et les ateliers, et de renseignements sur les préinscriptions.

BULLETIN DE L'CNRH

La publication des Notes du CNRH, et du bulletin du Centre, comptent parmi les projets marquants de l'année. Chaque numéro traite certains aspects des travaux menés au Centre, de l'état de projets particuliers et des nouvelles touchant le personnel, et comprend une liste à jour des dernières publications. En 1988, un numéro double et deux numéros simples ont été distribués à quelque 1 500 hydrologistes du Canada et d'ailleurs, et ont été bien reçus partout. Parmi les articles de fond parus jusqu'à maintenant dans le bulletin, mentionnons ceux sur le Centre et ses programmes, et des rapports sur les recherches ayant trait aux changements climatiques et au développement durable. À cause d'une demande inattendue, le tirage est passé de 2 000 à 2 500 exemplaires.

CONFÉRENCES

La Division a offert son concours au personnel de l'INRH dans la planification et la tenue de l'atelier sur la sécheresse dans les prairies et de celui sur les séries temporelles géophysiques et les changements climatiques, qui ont eu lieu au Centre en octobre. À cause d'une réponse insatisfaisante à la première circulaire touchant à la conférence de Rawson sur l'environnement aquatique, qui aurait eu lieu à Saskatoon en août 1989, on a planifié la tenue d'une nouvelle conférence sur les systèmes aquatiques dans les régions semi-arides pour le mois d'août 1990 et préparé de l'information sur le sujet. Le matériel graphique et les circulaires relatifs à un symposium sur la contamination de l'eau souterraine ont été préparés, et les circulaires ont été envoyées à quelque 2 000 personnes. Ce symposium aura lieu à Saskatoon en juin 1989, en même temps qu'un atelier sur la contamination des eaux souterraines canadiennes par les pesticides. Des ébauches graphiques et des textes de dépliant ont été préparés pour l'atelier sur le delta du Mackenzie, le symposium sur l'hydrologie du Nord et l'atelier sur les applications de la télédétection en hydrologie. La Division s'est également occupée des réservations d'hôtel et de traiteurs pour certaines de ces réunions.

INFORMATION SUR LA NEIGE ET LA GLACE

Plusieurs rapports spéciaux ont été produits au cours de l'année: une liste de publications récentes sur les glaciers du Canada à l'intention du sous-comité des glaciers; un rapport sur l'état des ressources en neige et en glace du Canada, préparé pour la DGEI dans le cadre des rapports sur l'état de l'environnement; et une édition spéciale à tirage limité de l'atlas des glaciers du Canada à l'intention d'un petit nombre de bibliothèques de référence canadiennes et étrangères.

La collection des réimpressions de rapports sur la neige et la glace a été transférée à la bibliothèque et elle reste à être cataloguée.

SOUTIEN GRAPHIQUE

La Section du soutien graphique est une partie intégrante de la stratégie de communications du Centre, et depuis sa consolidation avec la Division de l'information scientifique, on a pu mettre davantage l'accent sur les besoins de matériel graphique du Centre.

La Section s'occupe de la gestion et de la production du matériel graphique, y compris l'impression, les photographies, les esquisses et les illustrations. Elle prépare des maquettes, fait de la mise en pages et rédige des devis détaillés pour des projets qui sont ensuite confiés sous contrat au secteur privé ou à d'autres organismes gouvernementaux. Elle offre aussi au personnel du Centre des conseils sur la planification, les devis et la coordination du matériel visuel. À cause des échéances, des projets d'exposition, de reprographie et de diaporamas sont parfois exécutés à l'interne. Avec l'acquisition d'un nouveau logiciel et d'imprimantes au laser, le gestionnaire de la Section peut maintenant mieux s'occuper des projets urgents. On prévoit étendre le système informatique afin d'améliorer la présentation des rapports internes, du bulletin et du matériel publicitaire.

La Section a joué un rôle vital dans la conception et la production du bulletin du

Centre et des circulaires ayant trait aux nombreuses réunions parrainées par le Centre à Saskatoon.

Ayant terminé à bien au-delà de 300 projets graphiques, la Section a également contribué à l'organisation d'événements spéciaux et à l'élaboration de plans d'utilisation de l'immeuble (lesquels comprenaient la conception et la production de tableaux magnétiques présentant le plan de l'immeuble et l'organigramme du Centre), tout en entretenant de bonnes relations avec les entrepreneurs et les clients.

La salle de lecture

BIBLIOTHÈQUE

Pour appuyer les programmes de recherche du Centre, la bibliothèque continue d'offrir des services spécialisés de recherche documentaire. De nouvelles revues, particulièrement dans les domaines de la climatologie et de l'écologie aquatique, sont venues s'ajouter à la collection, et la liste des abonnements s'élève actuellement à 185 titres. La bibliothèque a acheté d'anciens numéros de plusieurs revues d'importance, et prévoit en acheter d'autres lorsqu'elle disposera des fonds nécessaires. Les scientifiques du Centre ont fait de nombreuses suggestions quant à l'acquisition de nouveaux livres et rapports, et depuis avril 1988, on a catalogué 1 900 nouveaux documents. On a entrepris un projet visant l'inclusion des revues et monographies du Centre dans un catalogue combiné de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique. Le projet sera terminé au cours de la prochaine année financière, et les bibliothèques participantes du pays auront alors accès à nos collections, ce qui maximisera l'utilisation de nos ressources bibliographiques.

Une bibliotechnicienne a été embauchée à plein temps en juillet, ce qui accroîtra la rapidité et l'efficacité de la transmission de documents tant aux scientifiques du Centre qu'aux autres chercheurs qui ont commencé à avoir recours à nos services.

COMMUNICATIONS AVEC LE PUBLIC ET PUBLICITÉ

Le public s'intéresse de plus en plus aux questions touchant à l'environnement, ce qui accroît les défis que doivent relever des organismes comme l'INRH. Le public veut et doit en savoir davantage sur les travaux en cours afin de comprendre et de préserver l'environnement et d'améliorer sa qualité. La présentation des travaux de recherche scientifique à des profanes soulève des difficultés énormes, surtout pour un jeune organisme comme l'INRH, mais plusieurs mesures positives ont été mises en oeuvre en 1988-1989.

L'INRH et les autres groupes du Centre ont de plus en plus besoin de communiquer les résultats de leurs travaux au public, et en réaction à ce besoin, la Direction générale des communications d'Environnement Canada a crée un poste d'agent des communications au Centre en 1988-1989. Cet agent, Trevor Ashfield, relève du Directeur régional des Communications, région de l'Ouest et du Nord, à Edmonton. Il est responsable d'offrir des services de soutien, en matière de communication, aux groupes du Centre, dont l'INRH, et de s'occuper des autres tâches que lui confie le directeur régional, notamment la revue de presse et la coordination des activités de la Semaine de l'environnement.

Le personnel de la Division a collaboré avec les journalistes du Star-Phoenix de Saskatoon, à la préparation d'un numéro spécial sur l'eau en Saskatchewan. Il a également travaillé avec la Saskatchewan Economic Development Corporation (SEDCO), à la production d'un supplément publicitaire pour le Star-Phoenix, portant sur les diverses activités scientifiques entreprises par les sociétés établies dans le parc de recherche, Innovation Place.

Une nouvelle exposition de l'INRH, commanditée par la SEDCO, a été montée à Innovation Place, dans le cadre de la Semaine des sciences. Une autre

exposition, plus élaborée, a été montée à Ottawa lors de la réunion de l'Association internationale des ressources en eau. Elle a été utilisée plusieurs fois par la suite, notamment en Saskatchewan, et lors de réunions dont le thème était relié à l'eau. Pendant toute l'année, le personnel de la Division a travaillé avec celui de l'Administration centrale de la DGEI, à l'élaboration d'une publication de la DGEI et d'un feuillet d'information de l'INRH, qui ont été publiés sous le titre L'eau du Canada - L'avenir du Canada. L'élaboration d'une stratégie de communications de l'INRH avec le public a constitué un des projets les plus importants de 1988= 1989. Cette stratégie a été préparée par le conseiller en planification, Alan Stanley, en consultation avec l'agent des communications et les gestionnaires de l'INRH. Elle établit les grands objectifs que doit atteindre le Centre et les messages qu'il doit véhiculer dans ses communications avec le public, et suggère plusieurs moyens de communications qui devront être mis en oeuvre au cours des prochaines années pour atteindre ces objectifs. La stratégie met l'accent sur le travail effectué au Centre -- la science -- et les messages environnementaux plutôt que sur les liens et les responsabilités de nature administrative.

L'année 1989-1990 promet d'être bien remplie dans le domaine des communications avec le public. Les plans comprennent de nouvelles publications et expositions et de nouveaux articles sur les travaux de l'INRH. Les groupes du Centre prévoient la tenue de plusieurs symposiums et ateliers, ce qui suscitera un plus grand intérêt chez le public et les médias face au Centre. La Division de l'information scientifique se prépare à relever les défis que supposent ces nouvelles activités.

Division du soutien à la recherche

La Division du soutien à la recherche apporte un appui technique aux programmes scientifiques du Centre par l'entremise de la Section des opérations scientifiques, de la Section du traitement des données et de la Section de la technologie des instruments.

SECTION DES OPÉRATIONS SCIENTIFIQUES

Cette Section est responsable de l'exploitation de trois laboratoires centraux (chimie, microscopie électronique à balayage et géotechnique), des préparatifs logistiques, et du soutien sur le terrain et en laboratoire. Cette année, elle comptait quatorze techniciens à plein temps et jusqu'à douze personnes embauchées pour des périodes déterminées.

Le Laboratoire central de chimie a fourni des services d'analyse pour divers projets de recherche, dont la caractérisation de l'eau souterraine, la biochimie du mercure et des anions présents en faibles quantités pour les études en paléoglaciologie. Un développement marquant dans la méthode de chromatographie d'échange d'ions, permet aux chercheurs de mesurer le PO_4 en concentrations aussi faibles que 0,1 partie par milliard à l'aide d'une colonne à concentrateur et d'un appareil de détection de la conductivité supprimée. Des liens ont été établis avec les laboratoires de services de géochimie et d'analyse du Conseil de recherches de la Saskatchewan pour l'échange de méthodes d'analyse. Nous avons aidé les chercheurs en science des sols de l'Université de la Saskatchewan à mettre au point un système d'analyse du méthylmercure. L'INRH a été l'hôte d'un cours sur les méthodes Dionex de chromatographie d'échange d'ions; ce cours permet des échanges réguliers entre un certain nombre de laboratoires universitaires et gouvernementaux de Saskatoon.

Grâce au microscope électronique à balayage, l'INRH est à la fine pointe des techniques de photomicrographie à haute résolution, d'analyse aux rayons X par énergie dispersive et d'analyse informatisée. Le personnel de cette unité a participé à plusieurs projets de recherche, dont l'observation des effets de l'altération de feldspaths de sédiments du bassin versant des lacs Turkey; l'examen des précipités de cuivre/arsenic des eaux d'exhaure acides des mines; et l'examen des matériaux utilisés dans le réservoir pour l'analyse de formations d'aquifères à l'intérieur. On a mis sur pied un groupe d'utilisateurs de microscopes électroniques, à l'Université de la Saskatchewan en vue de coordonner l'échange d'idées et d'équipement.

Le personnel du Laboratoire géotechnique a procédé à des analyses granulométriques et gravimétriques pour appuyer la recherche sur la sélectivité et l'efficacité de pièges sédimentaires prototypes, la caractérisation des matériaux des aquifères et les effets des cycles du gel et du dégel sur la répartition dimentionnelle. Des échantillons ont été préparés pour les analyses par diffraction aux rayons X. Le personnel a également pris part, sur le terrain, aux travaux d'échantillonnage géotechnique et de mesure de l'humidité du sol à l'aide de densitomètres à neutrons et à rayons gamma.

Le Bureau des opérations est chargé du parc automobile et du soutien logistique sur le terrain. Le parc comprend dix-huit voitures et camionnettes, quatre motoneiges, trois véhicules tout terrain et plusieurs embarcations. Un soutien logistique a été fourni aux stations de recherches disséminées dans les provinces de l'Ouest et les territoires. Les stations des glaciers Sentinel et Place de la chaîne côtière (Colombie-Britannique) ont été nettoyées et inventoriées avant de confier sous contrat les mesures du bilan de masse des glaciers. La station de Sunshine (Alberta) a été fermée. Le Bureau a fourni des services de recherche et de préparation de devis en vue de l'acquisition du nouvel équipement de terrain. Des études en sédimentologie et en hydrométrie ont bénéficié des conseils et de l'appui du personnel du Bureau. Des liens ont été établis avec la Division des relevés hydrologiques du Canada, le Service canadien des parcs et le Service canadien de la faune, afin de faciliter l'échange d'information technique.

Des techniciens ont également été affectés directement aux divisions scientifiques de l'INRH pour des projets de recherche

PERSONNEL

S.D. Baird
J.A. Banner
K. Best
D.B. Bucilla
T.E. Carter
C.A. Casey
P.W. Cheung
R.O. Christie
J.A. Dalton
M. Griffin
C. Heseltine (secrétaire)
E.W. Marles
T.W. Maxin
J. Mollison
C.R. Onclin
D. Schill
D. Schroeder
P. Shaw
K.J. Supeene
J.P. Tisdale
M.J. Waiser
K. Wallace

particuliers. Ils peuvent ainsi appliquer leurs connaissances spécialisées dans les domaines de l'hydrologie, des eaux souterraines et de la biologie aquatique à la collecte et à la mise en forme de données. Les études ont comporté des recherches sur les eaux souterraines et les lixiviats des sites d'enfouissement en Saskatchewan, sur la débâcle à la confluence du fleuve Mackenzie et de la rivière Liard (Territoires du Nord-Ouest), sur la dynamique des éléments nutritifs dans la rivière Thompson sud (Colombie-Britannique), et sur l'hydrologie des Prairies vis-à-vis les pratiques agricoles utilisées en Saskatchewan et en Alberta.

SECTION DU TRAITEMENT DES DONNÉES

Cette Section offre à l'INRH un appui en matière de matériels et de logiciels par le truchement de divers services, notamment des conseils sur les problèmes reliés aux ordinateurs personnels, une programmation adaptée aux besoins, des services de gestion des systèmes, des solutions aux problèmes de matériel adapté aux usagers, et la préparation de soumissions techniques pour des projets d'une certaine envergure. La Section contribue également à la planification des besoins en informatique de tout l'INRH.

D'importants projets de logiciel ont été menés à bonne fin, dont l'analyse adaptée des données des séries spectrales comprenant le transfert et la conversion des données en une forme utilisable, et le calcul des données de sortie définitive. Un programme spécialisé de présentation de données a été rédigé pour la production d'images et d'imprimés des traceurs Piper et Durov. Une interface à fenêtres facilitant l'entrée de données dans les programmes existants a été mise au point. La Section a également traduit les codes de source de l'ordinateur principal pour qu'ils puissent être utilisés sur les ordinateurs personnels.

Le plus important projet de matériel mis en oeuvre cette année, a été l'installation du système informatisé DOTS. Il comprend vingt-quatre terminaux, dix imprimantes et deux ordinateurs AT reliés en réseau à un mini-ordinateur DIGITAL MicroVAX et rattachés au réseau DOTS national. En plus d'avoir mis en place ce système, la Section voit à sa gestion.

La Section a en outre aménagé une installation informatisée polyvalente comportant quatre ordinateurs personnels et des périphériques reliés en fonction d'utilisateurs multiples. Tout le personnel de l'INRH a ainsi accès à des ordinateurs personnels de haute qualité de même qu'à des ressources de communication et de sortie.

La Section offre enfin à tous les membres de l'INRH des services de consultation sur une base continue portant, par exemple, sur les communications avec des ordinateurs à l'extérieur du Centre; l'installation et la configuration des ordinateurs; l'interface avec les périphériques; la connexion d'ordinateurs multiples avec les réseaux d'ordinateurs des divisions; la mise en place de systèmes d'acquisition de données; et un soutien technique quant aux programmes de logiciels.

SECTION DE LA TECHNOLOGIE DES INSTRUMENTS

Cette Section sert de lien entre les scientifiques et les techniciens et constitue un centre spécialisé pour la mise au point d'instruments de recherche. Elle contribue à la sélection d'équipement spécialisé et apporte les modifications nécessaires aux appareils en vue de besoins particuliers. Des instruments de recherche utilisés à l'interne sont également conçus et mis au point de façon que les chercheurs puissent disposer de nouveaux moyens d'acquisition et d'analyse de données et d'élaboration de programmes.

On trouve dans cette Section des ateliers d'usinage, de menuiserie, de soudure, d'étalonnage de précision, d'électronique,

et un centre de calcul. Environ cent projets de recherche ont bénéficié de l'appui de la Section cette année; les principaux projets sont résumés ci-dessous.

Perméamètre expérimental du lixiviat

La Section a mis au point un système de perméamètres, à deux anneaux, qui amène le lixiviat des sites d'enfouissement sanitaire à pénétrer dans des échantillons de sol. Comme toutes les surfaces en contact avec le liquide sont soit en téflon, soit en acier inoxydable, on peut procéder à l'analyse chimique du lixiviat. Le système comprend quatre perméamètres distincts ainsi que leur équipement auxiliaire, dont des régulateurs de pression, des jauges, des hublots de regard, des valves, et des transducteurs de pression équipés de lecteurs électroniques et numériques.

Système de prélèvement de carottes de glace

La Section a redessiné le système de prélèvement des carottes de glace afin d'améliorer le contrôle et le monitorage de la sonde. Le système sera utilisé au mont Logan où des carottes de glace seront prélevées pour les études sur le paléoclimat. Les moniteurs électroniques afficheront et commanderont tous les paramètres opérationnels du système, y compris le taux de pénétration de la sonde, la position de la sonde, la longueur de la carotte et la profondeur du sondage, et surveillera la génératrice et le système hydraulique.

Réservoir de production de glace et système de contrôle de la température

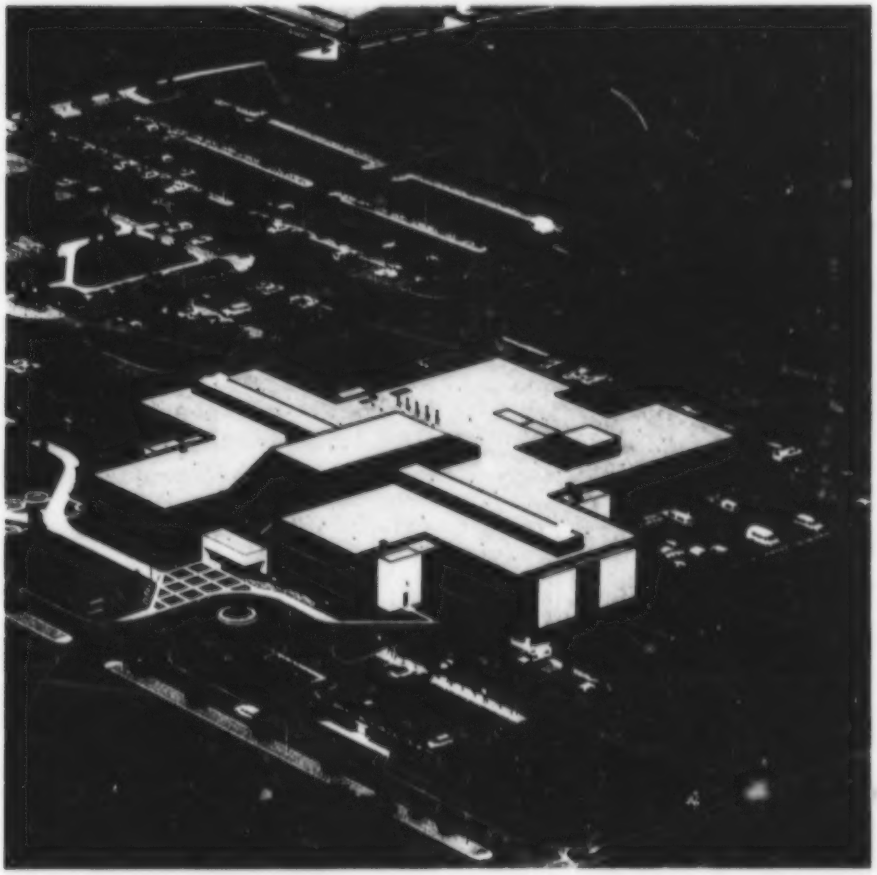
La Section a conçu et construit un réservoir pour la production de la glace servant aux expériences en chambre froide sur la résistance de la glace, expériences reliées aux études des débâcles et de la mécanique de la glace de rivière. Une unité à courant alternatif, équipée de contrôles multiples, commande les appareils de chauffage aménagés du réservoir, ce qui permet aux techniciens de régler la température et de mieux contrôler la production de la glace.

Système d'essai des propriétés de la glace

La Section a conçu et construit un système servant à mesurer les propriétés mécaniques de la glace. Le système comprend un cadre de compression, un moteur et un régulateur directs, un tachéomètre, un dynamomètre, et des panneaux de monitorage et de commandes électroniques, ce qui permet un contrôle précis du taux de compression et de la charge exercés sur les échantillons de glace.

Appareil pour la congélation d'échantillons de sol

La Section a conçu et construit un système cylindrique de contrôle de la chaleur qui servira à la congélation d'une colonne de sol. Le système sera utilisé lors des études sur le gel et le dégel et sur l'eau souterraine des régions à pergélisol. La température est contrôlée grâce à un appareil de chauffage intégré et à des thermistors servant au monitorage et à la rétroaction vers l'unité de contrôle.



Division des services au personnel

La Division des services au personnel est chargée des services administratifs et financiers, de la gestion des bâtiments, des terrains, du matériel, et du système de bureautique mis à la disposition des employés de l'INRH, rattachés à la Direction générale des eaux intérieures. Elle offre également des services de soutien à deux composantes du Service de l'environnement atmosphérique dont les bureaux sont situés dans le Centre national de recherche en hydrologie.

SECTION DES SERVICES ADMINISTRATIFS

Cette Section fournit au Directeur de l'INRH divers services administratifs, dont les plans operationnels pluriannuels, à long terme et autres, le budget des dépenses principales, et les plans de travail de l'INRH. Les employés de la Section s'occupent des déplacements à des conférences et à l'etranger, assument la présidence du comité d'examen des contrats, et siègent à différents comités: informatique, santé et sécurité du travail, mesures d'urgence en cas d'incendie, relations patronales-syndicales. Ils administrent la Loi sur l'accès à l'information, préparent des rapports sur l'utilisation des années-personnes, analysent des données financières, préparent des rapports mensuels pour la direction de l'INRH, coordonnent toutes les activités de dotation et de formation de concert avec le Bureau régional du personnel à Regina, et s'occupent de la gestion du système de bureautique du Ministère (DOTS).

SECTION DE LA GESTION DES BÂTIMENTS ET DES TERRAINS

Le Centre national de recherche en hydrologie est situé sur un terrain d'une superficie de 2,5 ha à l'intérieur du parc de recherche, Innovation Place, au nord de l'Université de la Saskatchewan, à Saskatoon.

Le bâtiment a une superficie totale de 10 975 m^2 et comporte deux étages principaux et un troisième étage partiel, réservé à l'équipement mécanique. Une aire de service pour les laboratoires traverse le centre de l'immeuble d'est en ouest. De chaque côté de cette épine dorsale, on trouve des laboratoires auxquels on a accès par des corridors situés du côté opposé. Les bureaux, les ateliers et les salles auxiliaires des laboratoires sont situés de l'autre côté de ces corridors. D'autres locaux réservés à l'administration sont situés à l'extrémité sud de l'immeuble, alors que l'atelier et l'entrepôt sont situés à l'extrémité nord.

Un système informatisé complexe offre un large éventail de possibilités de collecte de données et de contrôles sécuritaires, de même que des commandes automatiques de chauffage, de ventilation, de climatisation et de gestion de l'énergie pour tout l'immeuble.

La Section est responsable de l'exploitation et de l'entretien de l'immeuble, de l'équipement, des terrains et des aires de stationnement à l'intérieur des limites du Centre. Elle fournit également des services techniques, apporte des modifications aux bâtiments, installe l'équipement spécialisé et s'occupe des opérations journalières de tous les groupes du Centre. La Section est administrée par un gestionnaire des biens immobiliers et par son assistant. Toutes les opérations journalières d'entretien sont confiées à des entreprises privées, ce qui suppose 20 contrats et offres permanentes, englobant 32 métiers et disciplines.

SECTION DES SERVICES FINANCIERS

Cette Section offre à l'INRH et à la Division de la recherche en hydrométéorologie du Service de l'environnement atmosphérique, des services informatisés de comptabilité en ayant recours au Système informatisé d'administration financière (SIAF).

Elle est responsable des services reliés à la gestion financière (comptes payables et recevables) et qui touchent à des ministères fédéraux et provinciaux, à des administrations municipales, à des

PERSONNEL

M.A. McPhee
J.L. Akre (secrétaire)
B.J. Badger
L.A. Eirikson
D. Kelly
P.A. Kerr
B.M. Lloyd
R.J. Lere
B.A. Waldbauer
R.C. Blanchette

organismes centraux et à des fournisseurs du secteur privé. Elle participe également au processus de planification en élaborant des plans financiers et en préparant le budget des dépenses principales.

Au cours de la dernière année financière, la Section a créé et informatisé plusieurs nouveaux tableaux de ventilation afin de faciliter la production de rapports sur les res-sources. En plus d'exploiter le système en ligne SIAF, la Section a ajouté le volet finances au réseau DOTS.

SECTION DE LA GESTION DU MATÉRIEL

Cette Section est chargée des services centralisés d'approvisionnement, de l'inventaire des biens comptables, de l'entreposage, de la gestion des fournitures et des magasins, et de l'expédition et la réception pour tous les organismes. Elle offre également à ces derniers des services de poste, de courrier, de télex, de télécopie, de photocopie et d'élimination des dossiers.

De nombreux changements majeurs ont été apportés à l'entrepôt central et d'autres modifications seront effectuées afin de répondre aux besoins des clients. La Section poursuit toujours son grand projet d'inventaire du matériel et de codification de l'OTAN mené en collaboration avec Approvisionnements et Services Canada.

Entraînement du personnel du CNRH, mesures préventives contre les incendies

Division des services d'analyse

Les activités de la Direction de la qualité des eaux (DQE) comprennent la tenue d'un inventaire de données de base sur l'eau, l'identification des problèmes de pollution, le monitorage des cours d'eau relevant de plus d'une administration et la surveillance du respect des objectifs de qualité de l'eau. On trouve les bureaux de la DQE dans les cinq bureaux régionaux de la Direction générale des eaux intérieures, disséminés à travers le Canada.

Les bureaux de la Division des services d'analyse de la DQE, région de l'Ouest et du Nord, sont situés dans le Centre national de recherche en hydrologie, à Saskatoon. La Division, qui procède aux analyses des éléments nutritifs de l'eau, a l'appui des programmes de relevés et de monitorage de la DQE, et relève de l'administration centrale régionale à Regina. Le personnel de la Division maintient à sa disposition un laboratoire de 280 m^2, une pièce pour terminaux d'ordinateur, un local de réception et d'expédition et quatre bureaux. Les terminaux de la Division sont reliés à l'ordinateur régional VAX 750 de la DQE à Regina.

Outre les analyses d'éléments nutritifs, qui constituent sa tache principale, la Division appuie les programmes fédéraux-provinciaux de monitorage de la qualité de l'eau, mis en oeuvre à frais partagés, dans la région de l'Ouest et du Nord. Elle offre également des services d'analyse à d'autres organismes, en vertu d'ententes formelles ou coopératives de recouvrement des coûts. Le laboratoire de la Division peut mesurer les taux de pH, d'alcalinité, de bore, de chlorophylle-a, de cyanures, de phénols, et les paramètres physiques des échantillons qui lui sont soumis.

La Division compte trois chimistes et trois techniciens de laboratoire. Les employés embauchés sur une base contractuelle sont responsables de la plupart des services d'expédition et de réception et du lavage de bouteilles d'échantillons; ils contribuent aussi à certains travaux d'analyse.

PERSONNEL

J.G. Zakrevsky
F. Cyr
M.B. Holliday
G.P. Lee
K.M. Peru
R.J. Scott

Le groupe a pu analyser un grand nombre d'échantillons grâce à une automation accrue, sans que la qualité des données en souffre. Avec l'acquisition d'analyseurs à débit non segmenté et à vitesse élevée (système TRAACS), on a pu améliorer tant la qualité que la quantité des analyses. Le système TRAACS peut analyser cent échantillons à l'heure et il sert aux analyses courantes des phosphates. Un deuxième système sera utilisé pour les analyses d'ammoniaque et de nitrates/nitrites. En 1988-1989, le laboratoire a reçu 3 391 échantillons et a procédé à 47 027 tests.

Composition d'extraits organiques

Des extraits d'échantillons mensuels ont été composés pendant plusieurs mois et soumis à des analyses pour le dosage de composés cibles incluant les pesticides organochlorés et les BPC, et les herbicides acides et neutres. On a voulu ainsi réduire les coûts du monitorage courant de certains produits chimiques organiques toxiques tout en tirant le maximum d'information utile sur la présence et l'abondance de ces composés dans un milieu aquatique. Les extractions ont été effectuées au laboratoire de Saskatoon, et les analyses, au Laboratoire national d'analyses de la qualité des eaux. Les résultats indiquent que cette procédure est une solution de rechange viable aux analyses mensuelles, mais on devra mettre ce protocole au point avant que la méthode ne soit utilisée de façon courante.

Analyse à large spectre des produits chimiques organiques traces

Cette méthode analyse pour le plus grand nombre possible de produits chimiques dans un échantillon et fournit ainsi le maximum de renseignements sur sa composition organique. Son utilité est fondée sur sa capacité de déceler des changements dans les données sur la qualité de l'eau à partir des différences observées sur divers chromatogrammes. La méthode constitue une solution de rechange aux analyses de produits chimiques cibles.

Atmospheric
Environment
Service
Service de
l'environnement
atmosphérique
Weather
Radar
Station
Station
de radar
météorologique
Canada

Division de la recherche en hydrométéorologie

Centre climatologique canadien

La Division de la recherche en hydrométéorologie est une composante de la Direction des applications du Centre climatologique canadien. Elle a pour mandat de mener un programme national de recherches fondamentales et appliquées en hydrométéorologie pour l'ouest et le nord du Canada. Les huit employés, à plein temps, de la Division ont été très occupés en 1988-1989 et ont effectué leurs recherches avec enthousiasme.

Les scientifiques et les météorologues de la Division ont rédigé ou ont collaboré à la rédaction d'un certain nombre de rapports, ont supervisé le travail des chercheurs embauchés sous contrat, et ont présenté plusieurs mémoires lors de conférences scientifiques auxquelles ils avaient été invités. Le personnel de la Division a également été invité à assumer la présidence de trois séances du VI[e] Congrès de l'Association internationale des ressources en eau, tenu à Ottawa en l'été 1988, et, M. Geoff Kite a été invité à siéger comme membre du panel, à l'atelier sur les séries temporelles géophysiques organisé par l'INRH à Saskatoon.

Rick Lawford, chef de la Division, a participé à une série de conférences organisée par l'Université de la Saskatchewan sur les changements globaux. L'une d'elles, présentée en collaboration avec Monsieur T. Milne Dick de l'INRH, portait sur le cycle global de l'eau en période de transition, et une autre traitait de ce qui peut être fait quant au changement global et à ses répercussions sur le cycle de l'eau. M. Lawford a également présenté un survol des conditions de sécheresse dans les Prairies canadiennes lors d'un séminaire sur la sécheresse qui a eu lieu en octobre 1988 à Washington, D.C.

La Division, a par ailleurs, contribué au projet de la Société royale du Canada sur le changement global. Les Welsh et Rick Lawford ont assisté à des réunions portant sur l'élaboration d'un projet relié au changement global pour les Prairies.

Pendant l'année, la Division a renforcé ses relations de travail avec l'INRH en mettant sur pied un certain nombre de projets conjoints. Elle a reçu un appui financier en concluant des ententes avec d'autres groupes d'Environnement Canada, dont la région du Centre (Service de l'environnement atmosphérique), le Service canadien de la faune, la région de l'Ontario (Conservation et Protection), et la Direction de la planification et de la gestion de l'eau de la DGEI. Plusieurs projets ont été entrepris avec Agriculture Canada, la Saskatchewan Water Corporation et d'autres organismes. Six contrats de nature scientifique ont été conclus avec des chercheurs d'autres organismes, y compris un projet majeur avec l'Université McGill pour la conception et la mise en place d'un système de traitement de données radar. La Division a également formulé des propositions et apporté son appui à la composante du changement climatique du Programme international géosphère-biosphère portant sur le changement global ainsi qu'à plusieurs projets suggérés par les universités pour les Centres d'excellence. Les membres de la Division ont aussi appuyé la communauté universitaire en donnant un cours avec la collaboration du département de géographie de l'Université de la Saskatchewan et en supervisant le travail de deux étudiants gradués.

Pendant l'année financière 1988-1989, la Division a répondu à un total de 233 demandes d'information et autres. Ainsi, des institutions d'enseignement lui ont demandé d'offrir des conseils sur des projets d'étudiants; la Division a été invitée à prononcer des conférences sur la question des changements climatiques, et à offrir son appui aux projets de recherches menés à l'Université de la Saskatchewan. Un panneau d'information sur le climat a été monté à l'intention du personnel et des visiteurs du Centre national de recherche en hydrologie.

Les projets de recherches menés en 1988= 1989 se divisent en cinq catégories, dont les quatre principales sont l'hydroclimatologie, la télédétection et les modèles hydrométéorologiques, les processus hydrométéorologiques dans les Prairies, et le monitorage et les prévisions quantitatives des précipitations. La cinquième catégorie, l'hydrométéorologie arctique et alpine, a fait l'objet d'un moins grand nombre de travaux à cause d'un manque de ressources.

PERSONNEL

R.G. Lawford
D.J. Bauer
F.J. Eley
F.J. Forsberg (secrétaire)
G.W. Kite
D.W. Matthews
G.S. Strong
L.E. Welsh

SÉCHERESSE DANS LES PRAIRIES

Atelier sur la sécheresse dans les Prairies

L'atelier international portant sur les phénomènes de sécheresse a été l'une des activités les plus marquantes de la Division. Quatre-vingt-huit scientifiques et gestionnaires du Canada et des États-Unis ont assisté à cette rencontre qui a eu lieu au Centre national de recherche en hydrologie de Saskatoon (Saskatchewan), du 11 au 13 octobre 1988. L'atelier a été coparrainé par l'Administration du rétablissement agricole des Prairies d'Agriculture Canada, de même que par l'INRH et le Centre climatologique Canadien d'Environnement Canada. La Section de l'hydroclimatologie a été chargée d'organiser l'atelier, sous la direction de Les Welsh.

Les quatre séances de discussion ont porté sur les forces agissantes des sécheresses; le monitorage et la détection des sécheresses et l'alerte rapide; les prévisions des sécheresses; et la sécheresse à l'avenir. Chaque séance a commencé par une allocution prononcée par un conférencier principal et un ou deux conférenciers invités. Les participants se sont réunis en groupes de travail pour discuter des questions que soulevait chaque thème, et pour formuler des recommandations. Un certain nombre de documents ont également été affichés. Le compte rendu de l'atelier est maintenant disponible.

Caractéristiques de la sécheresse de 1988

La Division a entrepris, de concert avec le Conseil de recherches de la Saskatchewan et l'Université du Manitoba, une étude sur les répercussions économiques et environnementales de la sécheresse. Cette étude pluriorganisme, dont le financement vient de diverses sources, devrait fournir des données statistiques concrètes sur l'étendue de la sécheresse de 1988, et des aperçus sur les modèles d'estimation des effets de la sécheresse les plus appropriés.

Prévision des sécheresses

Les sécheresses et les conditions arides à venir ainsi que l'aptitude des spécialistes à prévoir ces phénomènes préoccupent vivement les membres de la communauté agricole. Le professeur E. Ripley de l'Université de la Saskatchewan a effectué sous contrat, un réexamen des méthodes de prévision des sécheresses. Un certain nombre de facteurs semblent influer sur une sécheresse, notamment les températures à la surface des océans, la couverture de neige et l'humidité du sol. Toutefois, le chercheur a conclu que, sur une échelle temporelle saisonnière, l'élaboration d'un modèle physique/statistique ou l'application de téléconnexions permettra probablement de rendre plus précises les prévisions d'une sécheresse. Certaines de ces notions sont maintenant examinées conjointement par la Division et le Département de géographie de l'Université de la Saskatchewan.

Les travaux de M. John Knox et de Rick Lawford sur les liens entre les anomalies dans les schémas de circulation atmosphérique et des mois humides et secs des Prairies canadiennes, pourraient constituer une meilleure compréhension des phénomènes météorologiques provoquant des sécheresses. Leur étude, axée sur la saison de croissance, révèle que des schémas d'anomalies bien définies sont associés aux mois humides et secs. Pendant les mois secs, on trouve généralement une aire de haute pression anormalement élevée, à l'ouest de la région sèche.

Base de données bibliographiques sur la sécheresse

Don Bauer a été chargé du projet de consolidation de plus de 3 000 références ayant trait à la sécheresse dans la documentation scientifique. Ces références, dont plusieurs sont annotées, ont été incorporées dans une base de données bibliographiques, informatisée pour micro-ordinateur et mise à la disposition du personnel du Centre.

CHANGEMENTS ET VARIABILITÉ CLIMATIQUES

Hypothèses touchant le réchauffement climatique et les ressources hydriques du sous-bassin de la rivière Saskatchewan

Ce projet est mené conjointement avec Monsieur S.J. Cohen de la Section de la météorologie de l'Arctique (Centre climatologique canadien). Plusieurs hypothèses fondées sur des modèles de circulation générale de climats réchauffés par des concentrations deux fois plus élevées de dioxyde de carbone, ont été

integrées au modèle du bilan d'eau de Thornthwaite pour calculer le débit résultant à Le Pas, sur la rivière Saskatchewan.

Il en est ressorti toute une gamme d'hypothèses de débits moyens, les extrêmes allant d'une baisse de 70 pour 100 à une hausse de 40 pour 100. L'incorporation de données adéquates sur l'évaporation des réservoirs et sur les utilisations projetées de l'eau à des fins d'irrigation, a joué un rôle important dans un tel calcul. En outre, on doit connaître de façon beaucoup plus précise le taux des précipitations normales, particulièrement dans la portion du bassin versant située dans les Rocheuses, pour valider les modèles du climat actuel avant de faire des extrapolations quant à un réchauffement du climat.

Variabilité des paramètres hydrométéorologiques

M. Geoff Kite a entrepris une étude sur les variations séculaires des précipitations, du ruissellement des rivières et des niveaux d'eau des lacs à l'aide d'un programme d'analyse de séries temporelles, qu'il a lui-même mis au point. L'étude vise à déterminer si les techniques d'analyse de séries tem-porelles peuvent servir à la détection, d'après ces paramètres, de signaux de changement climatique. Les résultats démontrent que ces signaux ne peuvent être observés dans les tendances des précipitations ou du ruissellement des rivières. De plus, pour ce qui est des niveaux d'eau des lacs ayant une importance statistique, les tendances sont probablement dues à des facteurs comme le rebond isostatique plutôt qu'à des changements climatiques.

Changements climatiques et hydrologie du Nord

Rick Lawford a été invité à présenter un bilan soulignant l'influence que peuvent exercer les changements climatiques sur le cycle de l'eau dans le Nord, à Whitehorse. La modification du climat pourrait avoir un impact marquant sur les schémas hydrologiques septentrionaux à cause de ses effets sur les glaciers, la couverture de neige, les caractéristiques des bassins versants, le pergélisol, les débâcles des cours d'eau, la couverture de la glace marine, et l'écologie du Nord.

Températures hivernales

M. Geoff Strong a entrepris une étude des cycles de la température axée sur la période hivernale. Cette étude vise à confirmer l'existence de cycles de quinze à vingt jours dont font état des études antérieures, et d'ajouter d'autres stations à l'analyse pour qu'il soit possible d'examiner, plus en détail, toute progression ouest-est ou nord-sud. L'analyse est presque terminée, et certaines caractéristiques touchant le réchauffement des milieux urbains et le réchauffement climatique ont été observées.

TÉLÉDÉTECTION ET MODÈLES HYDROLOGIQUES RÉPARTIS

Les avantages que l'on peut tirer de la télédétection ont été étudiés abondamment et, dans certains secteurs, les données de télédétection sont maintenant utilisées dans les opérations. Toutefois, on n'a pas encore examiné en détail la possibilité d'utiliser ce type de renseignements pour en dériver des champs hydrométéorologiques, comme la couverture de neige et la nébulosité aux fins des modèles hydrologiques.

Le projet de télédétection entrepris par M. Geoff Kite vise trois objectifs: évaluer l'utilité des données satellites dans un modèle hydrologique pour différentes zones physiographiques et climatiques; utiliser un modèle hydrologique avec des données satellites comme banc d'essai pour les composantes physiques du modèle; et, ultérieurement, élaborer une composante de phase terrestre pour les modèles de circulation globale. La base de données nécessaire à la combinaison des données météorologiques, hydrométriques, physiographiques, satellites et d'affectation des terres est maintenant complète et des données sur les bassins des rivières Kootenay et Souris y ont été intégrées pour l'année 1988.

Deux modèles hydrométéorologiques seront utilisés. Un modèle simple et global, le SLURP, a été étalonné pour les deux bassins. Ce modèle vérifie les données d'entrée et sert de cas temoin pour l'autre modèle, Hydrotel, qui est un modèle réparti conçu par l'Université du Québec (INRS-Eau).

Le modèle SLURP a suscité l'intérêt d'autres organismes, et la DGEI, Forêts Canada, l'U.S. Soil Conservation Service et Lavalin Inc., en ont demandé des exemplaires. Une étude coopérative menée avec M. Terry Prowse de l'INRH a

été entreprise et elle portera sur l'application du modèle SLURP aux bassins à pergélisol. Grâce à ces applications, on pourra évaluer le rendement du modèle et accroître ses applications.

PROCESSUS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

Il est reconnu que l'évaporation constitue un processus important dans les Prairies, particulièrement pendant la saison de croissance, alors que le taux d'évaporation de l'eau libre est de deux à six fois supérieur aux précipitations. L'évaporation revêt une importance accrue pendant les périodes de sécheresse ou de température élevée, et c'est pourquoi il faut lui accorder une attention spéciale dans le contexte du réchauffement climatique.

Étude de l'évaporation dans les Prairies

Malgré l'importance de l'évaporation dans les Prairies, l'évaporation superficielle des masses d'eau libre ne peut être mesurée directement ni être estimée avec précision. Les valeurs mensuelles de l'évaporation des réservoirs, par exemple, qu'elles soient estimées à partir de données sur les bacs évaporatoires, de la formule de Meyer, de la technique de Morton ou de toute autre méthode semi-empirique peuvent comporter une marge d'erreur atteignant jusqu'à 50 pour 100. De plus, à l'heure actuelle, on ne dispose pas pour le Canada, de jeux de données qui pourraient servir à une évaluation scientifique de la précision de ces techniques.

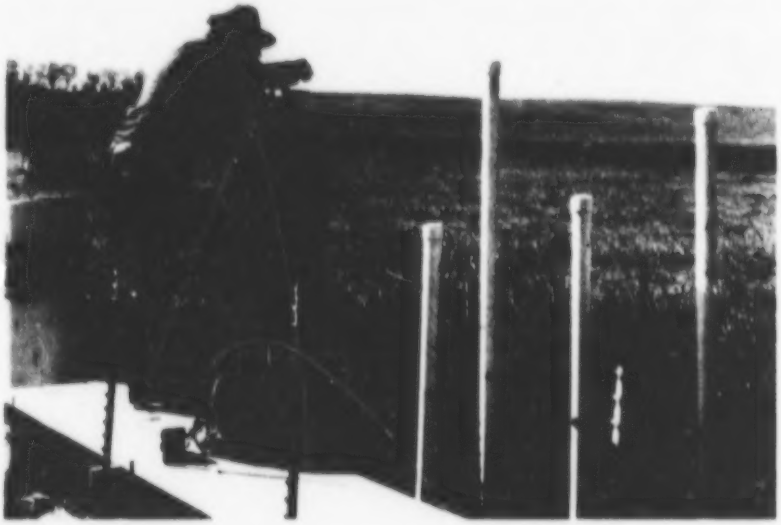
Le comité associé de l'hydrologie du Prairie Provinces Water Board a demandé que l'on procède à des évaluations comparatives des différents modèles d'évaporation. L'étude de l'évaporation dans les Prairies a été entreprise par la Division et l'INRH en réaction à cette demande. M. Geoff Strong a préparé, en collaboration avec l'INRH, un projet pour une étude d'une durée de six semaines, et dans laquelle on trouve diverses options de recherche.

Étude de l'évaporation des masses d'eau libre

La conversion des mesures ponctuelles en estimations de l'évaporation superficielle est un problème relativement complexe, et la marge d'erreur, même pour une valeur mensuelle moyenne, est de l'ordre de 50 pour 100. Afin de mieux comprendre les problèmes touchant aux estimations de l'évaporation, on a utilisé les données climatologiques existantes pour comparer les données obtenues par les méthodes Meyer et Morton d'estimation de l'évaporation à celles recueillies sur un bac évaporatoire. L'étude, publiée sous forme de rapport de l'INRH, confirme l'imprécision des techniques actuelles d'estimation de l'évaporation superficielle des masses d'eau et souligne la necessité de mettre au point des normes de mesure pour perfectionner ces techniques. Le rapport qui sera préparé pour le Comité associé de l'hydrologie comprendra un résumé des diverses techniques d'estimation de l'évaporation des masses d'eau libre, traitera de l'imprécision des données, et recommandera les procédures à suivre pour améliorer les estimations.

Étude sur le climat et les milieux humides des Prairies

Les milieux humides des Prairies, qui constituent des habitats critiques pour les oiseaux aquatiques migrateurs, sont très sensibles aux fluctuations du climat. À cause de l'éventualité d'un réchauffement climatique, il est important que les gestionnaires de la faune déterminent quels changements se produiront dans les habitats de la sauvagine. La Division, qui a reçu des fonds et une aide technique de l'INRH, du Service canadien de la faune, de Canards Illimité Canada et du Centre climatologique canadien, a commandé une étude des milieux humides à l'Université McMaster. Cette étude accroîtra notre compréhension des



Site d'étude dans la réserve de faune de St-Denis

processus hydrologiques et hydrométéorologiques qui ont cours dans les milieux humides des Prairies, dans le cadre de l'évaluation de la vulnérabilité des milieux humides de l'Ouest aux changements climatiques.

Le site à l'étude se trouve dans la réserve nationale de faune de St-Denis (40 km à l'est de Saskatoon) administrée par le Service canadien de la faune. Le bassin est représentatif de la plupart des milieux humides des Prairies et compte cinq types de couvertures de sol: des prairies, des champs de blé, des lots boisés, des milieux humides et une masse d'eau. Un programme étendu d'observations commencera au printemps 1989. L'analyse des données recueillies pendant les saisons d'étude sur le terrain mènera à l'élaboration d'un modèle hydrologique devant servir à l'évaluation de changements que subiront les milieux humides des Prairies en réaction au climat actuel et futur.

MONITORAGE ET PRÉVISIONS QUANTITATIVES DES PRÉCIPITATIONS

Hydrométéorologie par radar

En collaboration avec la région du Centre de la Direction générale des services météorologiques, la Division est en train d'améliorer le radar météorologique d'Elbow (Saskatchewan) de façon qu'il soit entièrement numérique. Cette amélioration doit être terminée à l'été 1989. L'appareil sera ensuite exploité selon un mode automatisé de balayage du volume, par cycles de dix minutes. Toutes les données recueillies par radar sur les précipitations seront ensuite entrées sur ruban à l'unité principale de traitement du Centre national de recherche en hydrologie. Une fois traitées, les données recueillies par radar seront affichées au bureau météorologique de Saskatoon et seront accessibles aux autres usagers comme le Centre météorologique des Prairies, grâce à la téléinformatique. Joe Eley est chargé des étapes d'acquisition et de la mise en place du système.

La Division se servira des archives numériques pour ses recherches sur l'hydrométéorologie des Prairies. Ces recherches comprendront des études de la climatologie des précipitations par convection et des phénomènes de forte précipitation. Elle procédera à des travaux de développement pour rendre les données recueillies par radar sur les précipitations plus facilement accessibles aux usagers des Prairies, dont la Division de l'irrigation de la Saskatchewan Water Corporation.

Système d'information sur la synchronisation de l'irrigation

La Division doit élaborer, en vertu d'un contrat du Centre de développement de l'irrigation et la Saskatchewan Water Corporation, un système d'information sur la synchronisation de l'irrigation pour l'usage de la corporation à Outlook. Ce système rendra les opérations d'irrigation plus efficaces et plus profitables en permettant aux agriculteurs d'arroser leurs cultures avec une plus grande précision. La Division a confié par contrat à l'Université de la Saskatchewan l'étude d'un certain nombre de modèles sur l'humidité du sol et la mise à l'essai des modèles les plus prometteurs en fonction des données recueillies par l'Université, lors des études menées en 1988, sur une exploitation agricole irriguée près de Birsay (Saskatchewan). Un modèle a été choisi et modifié légèrement pour le rendre plus performant. Joe Eley a procédé au transfert de cette technologie à la Saskatchewan Water Corporation.

HYDROMÉTÉOROLOGIE ARCTIQUE ET ALPINE

Trois études ont été entreprises dans ce domaine. La première passe en revue les besoins de recherches sur l'hydrométéorologie arctique et se fonde sur les entrevues menées avec un certain nombre d'experts en hydrologie et en météorologie de l'Arctique, et avec les utilisateurs de renseignements hydrométéorologiques. La deuxième étude porte sur l'hydrométéorologie alpine; elle évalue l'hydrométéorologie de la cordillère occidentale à plusieurs échelles. La troisième étude, entreprise à la fin de l'hiver 1988 en vertu d'un contrat accordé à l'Université de la Colombie-Britannique, se penchera sur notre aptitude actuelle à déterminer les influences possibles des changements climatiques sur l'hydrologie, les courants côtiers et les pêches de la Colombie-Britannique.

Bureau de l'inspection de la Saskatchewan

SEA, région du Centre

Le Bureau de l'inspection de la Saskatchewan, qui relève du Service de l'environnement atmosphérique (SEA), est responsable de l'installation, de l'entretien et de l'inspection régulière des stations météorologiques de la Saskatchewan et des quatre stations de l'archipel arctique (Territoires du Nord-Ouest). Le personnel du Bureau se compose de trois inspecteurs météorologues, de deux techniciens en électronique et d'un étudiant embauché pour l'été.

La région desservie par le Bureau comprend 23 stations météorologiques principales, 10 stations météorologiques automatiques et quelque 240 observateurs bénévoles situés dans les petites localités et les exploitations agricoles de la province. L'année dernière, le personnel a parcouru plus de 130 000 km sur les routes et quelque 75 000 km par avion pour se rendre d'un emplacement à un autre.

Le personnel du Bureau a procédé à 50 inspections des stations principales et automatiques pour s'assurer que les données étaient complètes et recueillies de façon continue. Le réseau des stations climatiques a fait l'objet de 135 visites. Dans certaines stations choisies, on a amélioré les installations alors que dans d'autres, ces installations ont été remplacées.

PERSONNEL

K. Leek
R. Risbey
N. Arvidson
G. Toffelmire
D. Greer
H.G. Ewen

Il faut environ une semaine pour faire l'inspection complète de l'équipement et des programmes d'une station principale, laquelle peut être exploitée par le SEA, Transports Canada ou sous contrat. Les inspections des stations automatiques prennent moins de temps, habituellement une journée, mais elles ont lieu deux fois par année. Neuf stations sont exploitées en tout ou en partie par des observateurs météorologiques embauchés sous contrat, et la formation de ces observateurs constitue une autre facette du travail du personnel du Bureau.

Les techniciens en électronique se partagent la responsabilité de l'entretien des appareils électroniques de sept stations météorologiques automatiques, de l'équipement météorologique radar d'Elbow (Saskatchewan), et de l'équipement météorologique radio de l'aéroport de Saskatoon. Ils doivent s'assurer que les données de sortie sont complètes et que l'équipement est en état de fonctionnement. Les stations automatiques ont fait l'objet de plus de 50 visites prévues et d'urgence. La station radar d'Elbow, est inspectée à toutes les deux semaines et s'il y a urgence. Un technicien a passé quatre mois à Resolute Bay (Territoires du Nord-Ouest), le Bureau étant responsable de l'exploitation de stations météorologiques dans le Haut Arctique.

Parmi les autres projets de l'année financière qui vient de s'écouler, mentionnons la mise en place de l'équipement météorologique scientifique et automatique Campbell près du lac Reindeer, à Southend (Saskatchewan), la relocalisation de la station météorologique principale du lac Wollaston, dans la baie de Collins (Saskatchewan), et l'installation de l'équipement météorologique au nouvel aéroport de La Ronge, exploité par Transports Canada. Onze nouvelles tours articulées destinées à l'équipement éolien ont été installées à différents aéroports de la Saskatchewan. Des enregistreurs de données scientifiques Campbell ont été installés à deux endroits en Saskatchewan et à quatre autres endroits du Haut Arctique dans le cadre du programme d'amélioration du réseau de collecte de données sur le rayonnement solaire.

Le SEA exploite une station du réseau canadien de surveillance de la qualité de l'air et des précipitations (CAPMoN) au lac Cree (Saskatchewan), qui est visitée quatre fois par année par le per-sonnel d'inspection. La station a été améliorée par l'ajout d'un enregistreur informatisé de données au système d'échantillonnage de l'air.

Des visites ont été effectuées à 135 des quelque 240 stations météorologiques exploitées par des observateurs bénévoles partout en Saskatchewan. Pendant la Semaine de l'environne-ment, huit observateurs bénévoles ont reçu des prix soulignant l'excellence de leur travail et leurs longs états de service.

Le personnel du Bureau doit souvent établir des liens avec d'autres organismes dont les activités peuvent toucher les stations météorologiques. Cette année, le personnel a fait affaire avec la SaskTel lors de l'installation de cables souterrains près de la station météorologique d'Eastend, et

avec la municipalité d'Estevan pendant les travaux d'aménagement et de construction du nouvel aéroport. Le personnel a en outre répondu à des demandes d'information et à d'autres touchant le remplacement de l'équipement. Il prend également part à la mise en place de stations météorologiques, qu'il s'agit de l'inspection du site, de la production de photocalques, de la supervision du travail de l'entrepreneur, des tranchées pour les cables, de l'installation de l'équipement ou encore de l'approbation des installations complétées.

Publications et rapports

Publications et rapports de l'Institut national de recherche en hydrologie

[CS = Contribution de l'Institut national de recherche en hydrologie]

[CR = Rapport de contrat à l'intention de l'Institut national de recherche en hydrologie]

Bigras, S.C., 1988. Hydrochemical aspects of lakes and channels in the Mackenzie Delta (T.N.-O.) [CS-88019] - 40 pp.

Bigras, S.C., 1988. Ice jamming characteristics of the Mackenzie Delta (T.N.-O.) Comptes rendus, 45th Annual Eastern Snow Conference, 8-9 juin 1988, Lake Placid (New York), 129-139

Bothwell, M., 1988. Growth rate responses of lotic periphytic diatoms to experimental phosphorus enrichment: the influence of temperature and light. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 45(2), 261-270

Brown, T., 1988. Soil moisture plotting program. Contrat n°KW504-7-1419, Division de l'hydrologie, Département de génie agricole, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) [CR-88003] - 24 pp.

Chew, H.[A.M.], L.M. Johnston, D. Craig et K. Inch, 1988. Aluminum contamination of groundwater: Spring melt in Chalk River and Turkey Lakes watersheds - preliminary results. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, Vol.45, supplément n°1, 66-71

Craig, D. et L.M. Johnston, 1988. Acidification of shallow ground waters during the spring melt period. Nordic Hydrology, 19(2), 89-98

Craig, D. et L.M. Johnston, 1988. Acid precipitation and groundwater chemistry at the Turkey Lakes Watershed. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, Vol.45, supplément n°1, 59-65

Demuth, M.N., G. Holdsworth et R. Brancker, 1988. Shallow ice borehole logger and deployment system. [CS-88018] - 20 pp.

Demuth, M.N. et T.D. Prowse, 1988. *In situ* testing of river-ice strength using a hydraulic borehole jack. Comptes rendus, 45th Annual Eastern Snow Conference, 8-9 juin 1988, Lake Placid (New York), 181-185

Dick, T.M., 1988. Scientific research programme: Institut national de recherche en hydrologie. [CS-88038] - 39 pp.

Dozier, J., R.E. Davis et R. Perla, 1987. On the objective analysis of snow microstructure. Avalanche Formation, Movement and Effects, B. Salm et H. Gubler (rédacteurs), AISH Publication n°162, Association Internationale des Sciences Hydrologiques, 49-59

Fogarasi, S. et G. Holdsworth, 1988. An investigation of large-scale upper-air flow as a means of explaining the teleconnections between long-term glacier mass balance variations on Mount Logan and long-range spatially averaged precipitation variations in the Prairie/Steppe regions of North America and Eurasia (U.R.S.S.). [CS-88012] - 31 pp.

Holdsworth, G., 1988. Iceberg. The Canadian Encyclopaedia, Deuxième édition, Volume II: Edu - Min, J.H. Marsh (rédacteur), Hurtig Publishers, Edmonton (Alberta), 1038

Holdsworth, G., 1988. Logan, Mount. The Canadian Encyclopaedia, Deuxième édition, Volume II: Edu - Min, J.H. Marsh (rédacteur), Hurtig Publishers, Edmonton (Alberta), 1238

Holdsworth, G., 1988. Mt. Logan glaciology, 1986. Le Journal alpin canadien, Vol.71, 56-57

Holdsworth, G., 1988. Mt. Steele glaciology, 1987. Le Journal alpin canadien, Vol.71, 57

Holdsworth, G. et W. Blake, Jr, 1988. Obituaries: John Hainsworth Mercer (1922-1987). Arctic, 41(2), 164-165

Holdsworth, G., S. Fogarasi et H.R. Krouse, 1988. Atmospheric structural and climatological implications of stable isotope data from Mount Logan, Yukon Territory (Canada). [CS-88040] - 27 pp.

Holdsworth, G., S. Fogarasi, H.R. Krouse et M. Nosal, 1988. Climatic indicators in an ice core from the Yukon. Résumés, 5th Workshop on Climate Variability of the Eastern North Pacific and Western North America, 20-24 mars 1988, Pacific Grove (Californie), 5

Holdsworth, G., H.R. Krouse et E. Peake, 1988. Trace-acid content of shallow snow and ice cores from mountain sites in western Canada. Comptes rendus, Symposium on Ice-Core Analysis, 30 mars - 3 avril 1987, Université de Bern (Suisse), Annals of Glaciology, Vol.10, 57-62

Jackson, T.A., 1988. Accumulation of mercury by plankton and benthic invertebrates in riverine lakes of northern Manitoba (Canada): importance of regionally and seasonally varying environmental factors. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 45(10), 1744-1757

Jackson, T.A., 1988. Effects of clay minerals, hydrated oxides, and humic matter on microbial methylation and demethylation of mercury in freshwater environments. Preprint of Papers presented at 3rd Chemical Congress of North America, 28(1), Symposium on Organometallics in the Environment, 5-10 juin 1988, Toronto (Ontario), Division of Environmental Chemistry, American Chemical Society, 589-594

Jackson, T.A., 1988. The mercury problem in recently formed reservoirs of northern Manitoba (Canada): effects of impoundment and other factors on the production of methyl mercury by microorganisms in sediments. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 45(1), 97-121

Jackson, T.A., 1988. Speciation, availability, and bio-accumulation of mercury in lakes. Résumés de la Conférence, 9e Réunion annuelle, Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), 13-17 novembre 1988, Arlington (Virginie), 54

Johnston, L.[M.], 1988. Session 1. Water quality monitoring activities in the North - Institut national de recherche en hydrologie - discussion. Surveillance de la qualité des eaux du Nord, Comptes rendus de l'atelier sur l'échange d'information d'ordre technologique, Étude n°7, Série des ateliers techniques, 4-7 mai 1987, Yellowknife (T.N.-O.), Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 74-80

Klemeš, V., 1987. Empirical and causal models in hydrologic reliability analysis. Engineering Reliability and Risk in Water Resources, L. Duckstein et E.J. Plate (rédacteurs), Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht/Boston/Lancaster, 391-405

Klemeš, V., 1987. Hydrological and engineering relevance of flood frequency analysis. Hydrologic Frequency Modeling, V.P. Singh (rédacteur), Comptes rendus, International Symposium on Flood Frequency and Risk Analyses, 14-17 mai 1986, Louisiana State University, Baton Rouge (États-Unis), D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1-18

Klemeš, V., 1987. One hundred years of applied storage reservoir theory. Water Resources Management, 1(3), 159-175

Klemeš, V., 1988. Effects of storage mechanisms on geophysical time series. Comptes rendus de la 35e Réunion annuelle, Pacific Northwest Region, American Geophysical Union, 28-30 septembre 1988, Victoria (Colombie-Britannique), résumé, 16

Klemeš, V., 1988. A hydrological perspective. Journal of Hydrology, 100(1-3), 3-28

Klemeš, V., 1988. Hydrology and water resource management: the burden of common roots. Water for World Development, Vol.I - Summary, Special Sessions, Training and Education, Comptes rendus, VIe Congrès mondial des ressources en eau de l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Ottawa (Ontario), Association internationale des ressources en eau, 368-376

Klemeš, V., 1988. (Cent ans d'application de la théorie de réservoir de stockage). En chinois, Comptes rendus, Symposium on Methodology in Hydrology, R. Liang, S. Cong et F. Bing (rédacteurs), 2-5 avril 1988, Nanjing (Chine), 118-122

Klemeš, V. et I. Klemeš, 1988. Cycles in finite samples and cumulative processes of higher orders. Water Resources Research, 24(1), 93-104

Lam, D.C.L., A.G. Bobba, D.S. Jeffries et D. Craig, 1988. Modeling stream chemistry for the Turkey Lakes Watershed: comparison with 1981-84 data. Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, Vol.45, supplément n°1, 72-80

Landine, P.G., R.J. Granger et D.M. Gray, 1988. Evaluation of snowmelt models for application in permafrost environments. Contrat n°KW504-7-1554, Division de l'hydrologie, Collège de génie, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) [CR-88001] - 54 pp.

Letréguilly, A., 1988. Relation between the mass balance of western Canadian mountain glaciers and meteorological data. Journal of Glaciology, 34(116), 11-18

Maathuis, H., V. Wasiuta, W. Nicholaichuk et R. Grover, 1988. Study of herbicides in shallow groundwater beneath three irrigated sites in Outlook Irrigation District (Saskatchewan): results of 1987 field investigations. [CS-88046] - 94 pp.

Marsh, P., 1988. Flow fingers and ice columns in a cold snow cover. Comptes rendus, 56th Annual Western Snow Conference, 18-20 avril 1988, Kalispell (Montana), 105-112

Marsh, P., 1988. Soil infiltration and snow-melt run-off in the Mackenzie Delta (T.N.-O.) Comptes rendus, 5th International Conference on Permafrost, K. Senneset (rédacteur), 2-5 août 1988, Trondheim (Norvège), Tapir Publishers, Vol.1, 619-621

Marsh, P. et S.C. Bigras, 1988. Evaporation from Mackenzie Delta Lakes, T.N.-O. (Canada). Arctic and Alpine Research, 20(2), 220-229

Marsh, P. et S. Bigras, 1988. Lake hydrology studies in the Mackenzie Delta (T.N.-O.) Comptes rendus du Symposium canadien d'hydrologie n°17 - 1988, Les bassins de recherche canadiens: succès, eches [sic] et futur, CHS-88-SCH, 9-11 mai 1988, Banff (Alberta), Comité associé d'hydrologie, Conseil national de recherches Canada (NRCC n°30416), 255-263

Marsh, P. et M. Ferguson, 1988. Sediment regime of lakes in the Mackenzie Delta: Report on NOGAP Project No.C.11A. [CS-88016] - 70 pp.

Marsh, P. et M. Hey, 1988. Mackenzie River water levels and the flooding of Delta lakes. [CS-88013] - 135 pp.

Martinerie, P., D. Raynaud, D. Mazaudier, A.J. Gow, G. Holdeworth, V.Ya. Lipenkov et N.W. Young, 1988. The relationship between total gas content of polar ice, atmospheric pressure and surface elevation. Comptes rendus, 4th International Symposium on Antarctic Glaciology, A.J. Gow (rédacteur), 7-11 septembre 1987, Bremerhaven (Allemagne), Annals of Glaciology, Vol.11, résumé, 203

McConkey, B. et W. Nicholaichuk, 1988. Wheat farming with grass barriers. Weekly Newsletter No.2, 13 janvier, Station canadienne de recherche en agriculture, Swift Current (Saskatchewan), 1 pp.

McConkey, B., W. Nicholaichuk et J.D. Beaton, 1988. Grass barriers for wheat production in southwest Saskatchewan. Comptes rendus, Soils and Crops Workshop, 18-19 février 1988, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan), Advisory Council on Soils and Agronomy, Vol.1, 380-400

McConkey, B., D. Ulrich, W. Nicholaichuk et H. Steppuhn, 1988. Subsoiling to improve soil structure for enhanced snowmelt infiltration and better crop growth. Rapport prsent Canadian Society of Agricultural Engineering Annual Meeting, 23 août 1988, Calgary (Alberta), 31st Canadian Agricultural Engineering Conference, Institut canadien d'agriculture, résumé, 1 pp.

McNaughton, D., 1988. Session 3. General - Ground-water quality issues in northern Canada. Northern Water Quality Monitoring, Comptes rendus, Technology Transfer Workshop, 4-7 mai 1987, Yellowknife (T.N.-O.), IWD Technical Workshop Series No.7, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), résumé, 110

McNaughton, D.C., 1988. Pesticides and ground water quality; a field study in western Canada. Agricultural Chemicals and the Environment, Comptes rendus de la réunion, Manitoba Institute of Agrologists, Western Branch, 24 février 1988, Brandon (Manitoba), 13 pp

Moklevsky-Zubok, O., 1988. Glacier mass balance for 1987 on Sentinel, Helm and Place Glaciers (Colombie-Britannique). [CS-88009] - 17 pp.

Moore, R.D. et T.D. Prowse, 1988. Snow hydrology of the Waimakariri Catchment, South Island, New Zealand. Journal of Hydrology (Nouvelle Zélande), 27(1), 44-68

Nicholaichuk, W., 1988. Education and training in the Third World. Water for World Development, Vol.I - Summary, Special Sessions, Training and Education, Comptes rendus, VI[e] Congrè mondial des ressources en eau de l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Ottawa (Ontario), Association internationale des ressources en eau, 452-459

Nicholaichuk, W., 1988. Soil and water conservation on the farm. Comptes rendus, Alberta Soil and Crops Workshop, 22-23 février 1988, Lethbridge (Alberta), Jasper Printing, Edmonton, 15-31

Nicholaichuk, W., C. Chang, S. Fogarasi, F. Davies, G. Beke et J. Whiting, 1988. Areal evapotranspiration over different agricultural surfaces using the Complementary Relationship Areal Evapotranspiration Model. Rapport présenté à la Canadian Society of Agrometeorology Annual Meeting, 23 août 1988, Calgary (Alberta), 31st Canadian Agricultural Engineering Conference, Institut canadien d'agriculture, résumé, 2 pp.

Nicholaichuk, W., S. Fogarasi, C. Chang, G. Beke, F. Davies, F. Morton et J. Whiting, 1988. Field testing the complementary relationship areal evapotranspiration (CRAE) model. Evaporation and Evapotranspiration Processes, F.J. Eley (rédacteur), Comptes rendus de l'Atelier, 20-21 mai 1987, Saskatoon (Saskatchewan), Centre climatologique canadien Rapport n°88-2, Service de l'environnement atmosphérique, Centre national de recherche en hydrologie, Saskatoon (Saskatchewan), 63-65

Nicholaichuk, W., D.M. Gray et B. McConkey, 1988. Interim progress report: Snow management and meltwater enhancement. Project 3.2-3, Canada/Saskatchewan Economic & Regional Development Assistance (ERDA) Fund: octobre 1988. [CS-88068] - 7 pp.

Nicholaichuk, W., D.M. Gray et B. McConkey, 1988. Interim progress report: Snow management and meltwater enhancement. Project 3.2-3, Canada/Saskatchewan Economic & Regional Development Assistance (ERDA) Fund: 21 décembre 1988. [CS-88091] - 17 pp.

Nicholaichuk, W., R. Grover et J. Whiting, 1988. Herbicide, nutrient and water balance from an irrigated field. Water for World Development, Vol.III - Agriculture, Irrigation, and Drainage; Environment, Proceedings, VI[e] Congrès mondial des ressources en eau de l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Ottawa (Ontario), Association internationale des ressources en eau, 255-262

Nicholaichuk, W., R. Grover et J. Whiting, 1988. Herbicide, nutrient, and water drainage from an irrigated field. [CS-88057] - 11 pp.

Nicholaichuk, W., R. Grover et J. Whiting, 1988. Interim progress report: herbicide, nutrient and water drainage from an irrigated field. [CS-88087] - 6 pp.

Nicholaichuk, W., B. McConkey et H. Steppuhn, 1988. The role of a small agricultural watershed to address soil and water concerns. Comptes rendus du Symposium canadien d'hydrologie n°17 - 1988, Les bassins de recherche canadiens: succès, eches [sic] et futur, CHS-88-SCH, 9-11 mai 1988, Banff (Alberta), Comité associé d'hydrologie, Conseil national de recherches Canada (NRCC n°30416), 155-157

Nicholaichuk, W. et H. Steppuhn (rédacteurs), 1988. Comptes rendus, Symposium on Water Management Affecting the Wet-to-Dry Transition: Planning at the Margins, Water Studies Institute, 8-9 novembre 1988, Université de Régina, Régina (Saskatchewan), Water Studies Institute, 291 pp.

Ommanney, C.S.L., 1988. 1980-1985 quadrennial report to the World Glacier Monitoring Service on Canadian glacier variations, mass balance and special events. 230 pp. Fluctuations of Glaciers 1980-1985 (Vol.V), W. Haeberli et P. Müller, World Glacier Monitoring Service (Compilers), A contribution to the Global Environmental Monitoring System (GEMS) and the International Hydrological Programme, International Association of Hydrological Sciences (International Commission on Snow and Ice) and United Nations Environment Programme and Unesco, 1988

Ommanney, C.S.L., 1988. Glacier names of the Rocky Mountains. [CS-88010] - 20 pp.

Ommanney, C.S.L., 1988. Snow and ice research in Canada. [CS-88025] - 22 pp.

Ommanney, C.S.L. et Young, G.J., 1988. Research on Canadian glaciers within the IHD/IHP. Comptes rendus du Symposium canadien d'hydrologie n°17 - 1988, Les bassins de recherche canadiens: succès, eches [sic] et futur, CHS-88-SCH, 9-11 mai 1988, Banff (Alberta), Comité associé d'hydrologie, Conseil national de recherches Canada (NRCC n°30416), 21-28

Perla, R.I., 1988. Avalanche. The Canadian Encyclopaedia, Deuxième édition, Volume I: A - Edu, J.H. Marsh (rédacteur), Hurtig Publishers, Edmonton (Alberta), 153

Perla, R. et J. Banner, 1988. Calibration of capacitive cells for measuring water in snow. Cold Regions Science and Technology, 15(3), 225-231

Perla, R. et R.A. Sommerfeld, 1988. On the morphology and size of snow grains. A Merging of Theory and Practice: Comptes rendus, International Snow Science Workshop, 12-15 octobre 1988, Whistler (Colombie-Britannique), Canadian Avalanche Association, 34-36

Polson, J. et J. Whiting, 1988. Use of remotely sensed data for hydrologic investigations in Wood Buffalo National Park. Contrat n°KW504-7-1...2, SRC Publication n°E-905-14-E-88, Conseil de recherches de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) [CR-88004] - July, 11 pp.

Pourchet, M., J.F. Pinglot, L. Reynaud et G. Holdsworth, 1988. Identification of Chernobyl fall-out as a new reference level in Northern Hemisphere glaciers. Journal of Glaciology, 34(117), 183-187

Prowse, T.D., 1988. Field determination of ice jam porosity. Comptes rendus, 9th International Symposium on Ice, IAHR, K. Saeki and K. Hirayama (rédacteurs), 23-27 août 1988, Sapporo (Japon), Committee on Ice Problems, Association internationale de recherches hydrauliques, Vol.2, 316-325; Discussion and reply, Vol.3, 275-276; Errata, Vol.3, 318

Prowse, T.D., 1988. Ice jam characteristics, Liard-Mackenzie rivers confluence: reply. Revue canadienne de génie civil, 15(2), 277-278

Prowse, T.D., M.N. Demuth et C.R. Onclin, 1988. Strength and energy balance of decaying river ice. Applied Hydrology in the Development of Northern Basins, Comptes rendus, 7th Northern Research Basins Symposium, 25 mai - 1 juin 1988, Ilulissat (Groenland), Danish Society for Arctic Technology, Copenhagen (Danemark), 293-301

Prowse, T.D., M.N. Demuth et C.R. Onclin, 1988. Using the borehole jack to determine changes in river ice strength. Comptes rendus, 5th Workshop on Hydraulics of River Ice/Ice Jams, 21-24 juin 1988, Winnipeg (Manitoba), 283-302

Pupp, C. et G. Grove, 1988. Ground water in Atlantic Canada: overview of a series of reports by Environment Canada with the assistance of provincial governments. Comptes rendus, International Groundwater Symposium on Hydrogeology of Cold and Temperate Climates and Hydrogeology of Mineralized Zones, C.I. Lin (rédacteur), 1-5 mai 1988, Halifax (Nouvelle-Écosse), Association internationale des hydrogéologues, Région atlantique du Canada, 229-234

Pupp, C. et G. Grove, 1988. Ground water in Canada: use, quality and management. Water for World Development, Vol.II - Hydrology and Groundwater, Climate, Energy, Comptes rendus, VIe Congrès mondial des ressources d'eau en l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Ottawa (Ontario), Association internationale des ressources en eau, 409-419

Roberts, M.C., 1988. The depth and areal extent of overburden at selected sites within the University of British Columbia Forest, Maple Ridge (C.-B.): a feasibility study. Contrat n°KW504-9-0304, Département de géographie, Simon Fraser University, Burnaby (Colombie-Britannique) [CR-88005] - 12 pp. + carte

Schmok, J., 1988. 1988 mass-balance determination of Sentinel, Place and Helm Glaciers, British Columbia. Contrat n°KW504-8-0865/01-SB, Département de géophysique et d'astronomie, University of British Columbia, Vancouver (Colombie-Britannique) [CR-88002] - 22 pp.

Steppuhn, H. et W. Nicholaichuk, 1988. The role of snow and rain in Prairie wetlands. Comptes rendus, Symposium on Water Management Affecting the Wet-to-Dry Transition: Planning at the Margins, W. Nicholaichuk et H. Steppuhn (rédacteurs), Water Studies Institute, 8-9 novembre 1988, Régina (Saskatchewan), 163-174

Vandenberg, A., 1988. A digital simulation of moisture movement through a layered column of sand and AFBC solid waste: preliminary report, février, 1987. [CS-88015] - 43 pp.

Vandenberg, A., 1988. Modèle physique de l'infiltration, du drainage et du ruissellement dans des sols à couches multiples. Rapport n°42 de l'INRH, Institut national de recherche en hydrologie, Étude n°161, Collection des rapports techniques de la DGEI, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Saskatoon (Saskatchewan), 76 pp.

Wankiewicz, A., 1988. GEWEX - Global Energy and Water Cycle Experiment. Evaporation and Evapotranspiration Processes, F.J. Eley (rédacteur), Comptes rendus de l'Atelier, 20-21 mai 1987, Saskatoon (Saskatchewan), Centre climatologique canadien Rapport n°88-2, Service de l'environnement atmosphérique, Centre national de recherche en hydrologie, Saskatoon (Saskatchewan), 94-95

Wankiewicz, A., 1988. Snowmelt observation by microwave satellite. AGU Fall Meeting, 6-11 décembre 1988, San Francisco (Californie), EOS, Transactions, American Geophysical Union, 69(44), 1 novembre, résumé, 1214

Warwick, W.F., 1988. Morphological deformities in Chironomidae (Diptera) larvae as biological indicators of toxic stress. Toxic Contaminants and Ecosystem Health: a Great Lakes Focus, M.S. Evans (rédacteur), Advances in Environmental Science and Technology n°21, Wiley-Interscience Publication, John Wiley and Sons, Toronto, 281-320

Warwick, W.F., J. Fitchko, P.M. McKee, D.R. Hart et A.J. Burt, 1987. The incidence of deformities in *Chironomus* spp. from Port Hope Harbour (Lake Ontario). Journal of Great Lakes Research, 13(1), 88-92

Warwick, W.F. et N.A. Tisdale, 1988. Morphological deformities in *Chironomus*, *Cryptochironomus*, and *Procladius* larvae (Diptera: Chironomidae) from two differentially stressed sites in Tobin Lake (Saskatchewan). Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques, 45(7), 1123-1144

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk et J.D. Beaton, 1988. Nitrogen fertilizer management for maximum economic yields of spring wheat in Southwestern Saskatchewan. Comptes rendus, Soils and Crops Workshop, 18-19 février 1988, Université de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan), Vol.2, 309-321

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk et J.D. Beaton, 1988. Snow trapping and nitrogen fertilizer management for spring wheat production in southwestern Saskatchewan. [CS-87046] - 17 pp.

Zentner, R.P., C.A. Campbell, F. Selles, B. McConkey, W. Nicholaichuk et J.D. Beaton, 1988. Snow trapping and nitrogen management for zero tilled spring wheat in southwestern Saskatchewan. Comptes rendus, Great Plains Soil Fertility Workshop, Maximum Wheat Yield Production Symposium, mars 1988, Denver (Colorado), Vol.2, 147-158

Publications et rapports de la Division de la recherche en hydrométéorologie

[HRD = Contribution de la Division de la recherche en hydrométéorologie]

Bauer, D.J. et L.E. Welsh, 1988. Frequency analysis of meteorological drought in the Saskatchewan portion of the South Saskatchewan River basin. [HRD-88-02] - 110 pp.

Eley, F.J., 1987. Current research needs in mountain hydrometeorology. [HRD-87-01] - 68 pp.

Eley, F.J. (rédacteur), 1988. Comptes rendus, Workshop on Evaporation and Evapotranspiration Processes, 20 -21 mai 1987, Centre national de recherche en hydrologie, Saskatoon (Saskatchewan). [HRD-88-03] - 108 pp.

Eley, F.J. et R.G. Lawford, 1988. Potential climatic impacts of water transfers. Comptes rendus du Symposium sur le transfert de l'eau entre bassins: répercussions et besoins de la recherche au Canada, W. Nicholaichuk et F. Quinn (rédacteurs), NHRI Symposium n°1, Institut national de recherche en hydrologie, Environnement Canada et Association canadienne des ressources hydriques, Saskatoon (Saskatchewan), 319-333

Kite, G.[W.], 1988. Analyzing NOAA satellite images from magnetic tape. [HRD-88-05] - 70 pp.

Kite, G.W., 1988. Calculating streamflow from natural salinity differences. Water for World Development, Proceedings, VI[e] Congrès mondial des ressources en eaude l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Association internationale des ressources en eau, 222-231. Aussi - Résumés, Paper n°410A8, VI[e] Congrès mondial des ressources en eau de l'AIRE, 29 mai - 3 juin 1988, Ottawa (Ontario), Vol.2, 4 pp.

Lawford, R.G., 1988. Climatic variability and the hydrological cycle in the Canadian North: knowns and unknowns. Proceedings, Third Meeting on Northern Climate, Canadian Climate Program, 7-8 septembre 1988, Whitehorse (Yukon), Service de l'environnement atmosphérique, Downsview (Ontario), 143-162

Lawford, R.G., 1988. Impacts of the 1988 drought in the Canadian Prairies. The Drought of 1988 and Beyond, Comptes rendus, Strategic Planning Seminar co-sponsored with the National Academy of Science and Resources for the Future, le 18 octobre 1988, Washington, D.C., National Climate Program Office/NOAA, Rockville, Maryland, résumé allongé, 165-176

Lawford, R.G., 1988. An overview of the hydrometeorology of the Canadian portion of the western Cordillera. AGU Fall Meeting, EOS, Transactions, American Geophysical Union, 69(44), 1[er] novembre, résumé, 1214

Lawford, R.G., 1988. Towards a framework for research initiatives involving the impacts of climatic variability and change on water resources in the Canadian Prairies. Comptes rendus du Symposium/ Atelier, The Impact of Climate Variability and Change on the Canadian Prairies, B.L. Magill et F. Geddes (rédacteurs), 9-11 septembre 1987, Edmonton (Alberta), Alberta Climate Advisory Committee, Alberta Environment, Edmonton (Alberta), 275-306

Ripley, E.A., 1988. Drought prediction on the Canadian Prairies. [HRD-88-19] - 137 pp.

Strong, G., 1988. The prediction of meteorological hazards using artificial intelligence. Comptes rendus, International Symposium on Cold Region Development (ISCORD '88), Y. Chen, Z. Yuan et J. Gao (rédacteurs), 9-13 août 1988, Harbin (Chine), Vol.4, 324-333

Whiting, J. et E. Wheaton, 1987. The design of a western Canadian real-time system for integrated forecasting of basin specific floods and low flows. Contrat n°01-SG KW504-6-1128, SRC Technical Report n°195, Publication E-905-6-B-87, Conseil de recherches de la Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) [HRD-87-02] - 108 pp.